



Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Education

Schülervorstellungen zum Thema „Ist Luft nichts?“ – Forschendes Lernen in einer altersheterogenen Lerngruppe

Students' conceptions concerning the topic "Is air nothing?" –
Inquiry based learning in a diverse classroom regarding age

Erstprüferin: Prof. Dr. Simone Abels

Zweitprüferin: Dr. Sabine Richter

Abgabedatum: 13.06.2018

vorgelegt von:

Mareka Minnemann

Lehramt an Grundschulen (M. Ed.)

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	IV
Abbildungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
2 Theoretischer Hintergrund	4
2.1 Altersheterogene Lerngruppen im Rahmen der Inklusion	4
2.1.1 Altersheterogene Lerngruppen im inklusiven Unterricht.....	4
2.1.2 Perspektiven für den inklusiven Sachunterricht.....	6
2.1.3 Naturwissenschaftliches Lernen im inklusiven Sachunterricht.....	8
2.2 Schülervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht.....	11
2.2.1 Was sind Schülervorstellungen?	11
2.2.2 Schülervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht.....	12
2.2.3 Bedeutung und Anschlussfähigkeit von Schülervorstellungen in altersheterogenen Lerngruppen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht	15
2.3 Forschendes Lernen.....	17
2.3.1 Definition Forschendes Lernen	17
2.3.2 Unterrichtskonzeptionen im Rahmen des Forschenden Lernens	18
2.3.3 Zusammenführung: Inklusiver naturwissenschaftlicher Sachunterricht, Schülervorstellungen und Forschendes Lernen	24
2.4 Luft – Ein Thema im naturwissenschaftlichen Sachunterricht.....	26
2.4.1 Sachanalytische Überlegungen zum Thema Luft.....	26
2.4.2 Didaktische Überlegungen zum Thema	27
2.4.3 Schülervorstellungen zur Luft	28
2.5 Stand der Forschung	29
3 Empirischer Teil	31
3.1 Forschungsvorhaben.....	31
3.1.1 Forschungsfeld	33

3.1.2 Konzeption der Unterrichtssequenz „Ist Luft nichts?“ – Didaktische und Methodische Überlegungen	35
3.2 Forschungsmethodisches Vorgehen	41
3.2.1 Erhebungsmethode	41
3.2.1.1 Interviews mit Kindern führen.....	41
3.2.1.2 Teilstandardisiertes Leitfaden-Interview	42
3.2.1.3 Aufbau und Erwartungen	43
3.2.2 Auswertungsmethode	44
3.2.2.1 Qualitative Inhaltsanalyse des Materials	45
3.2.2.2 Auswertungen mit der Software MAXQDA	47
3.2.3 Deskriptive Ergebnisdarstellung	48
3.2.3.1 Schülerin S.....	49
3.2.3.2 Schüler P.....	51
3.2.3.3 Schüler M.....	53
3.2.3.4 Schülerin L.....	55
3.2.4 Ergebnisinterpretation	57
3.2.4.1 Schülerin S.....	57
3.2.4.2 Schüler P.....	58
3.2.4.3 Schüler M.....	59
3.2.4.4 Schülerin L.....	60
3.3 Diskussion der Ergebnisse	62
3.4 Reflexion der empirischen Forschung.....	64
3.4.1 Reflexion der Erhebungsmethode	64
3.4.2 Reflexion der Unterrichtssequenz	65
3.4.3 Reflexion der Auswertungsmethoden	66
4 Fazit	66

Literaturverzeichnis.....	69
Anhang.	V
Eidesstattliche Erklärung.....	LXXIX

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Level der Schülervorstellungen.....	14
--	----

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Level des Forschenden Lernens	20
Abbildung 2: Forschungskreislauf	22
Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Kodierleitfaden - Level 1	47
Abbildung 4: Ausschnitt MAXQDA.....	48
Abbildung 5: Übersicht der Variablen und Kodierungen aus MAXQDA	49
Abbildung 6: S. - Übersicht der Kodierungen.....	49
Abbildung 7: S. - Zeichnung 1	50
Abbildung 8: S. - Zeichnung 3	51
Abbildung 9: P. - Übersicht der Kodierungen.....	51
Abbildung 10: M. - Übersicht der Kodierungen	53
Abbildung 11: M. - Zeichnung 1	53
Abbildung 12: M. - Zeichnung 2.....	54
Abbildung 13: L. - Übersicht der Kodierungen	55

1 Einleitung

Seit 2009 gilt in Deutschland rechtskräftig der Beschluss der UN-Behindertenrechtskonvention von 2006, dass ein inklusives Bildungssystem für alle Kinder realisiert werden soll (Kultusministerkonferenz (KMK), 2015). Um inklusive Bildung umsetzen zu können, muss sie nach Werning (2014) als Konzept der Schul- und Unterrichtsentwicklung verstanden werden. Eine Unterstützung bietet der Index für Inklusion, ein internationales Konzept, dass Schulen auf dem Prozess zu einem inklusiven System begleitet (Hinz, 2010). Soll Inklusion in der Schule umgesetzt werden, so muss eine eindeutige Definition zum gemeinsamen Verständnis beitragen. Insgesamt zielt Inklusion laut Hinz (2010) auf einen „[...] veränderten, gleichgestellten Umgang mit Unterschieden“ ab. Auch wenn die UN-Behindertenrechtskonvention Menschen mit Beeinträchtigungen fokussiert, sollte im Rahmen der Inklusion Umgang mit Differenz umfassender gedacht werden (Hinz, 2010). Vor diesem Hintergrund gilt es, das enge und weite Inklusionsverständnis zu berücksichtigen. Unter dem engen Inklusionsbegriff versteht Werning (2014) Kinder mit Behinderungen oder Beeinträchtigungen, während er unter dem weiten Inklusionsbegriff die „Minimierung von Diskriminierung“ (ebd., 603) sowie die „Maximierung von sozialer Teilhabe“ (ebd., 603) versteht. Um ein inklusives Bildungssystem zu gestalten, muss ein weites Inklusionsverständnis etabliert werden, damit allen Kindern Partizipation ermöglicht wird. Denn die Diversität der Schüler_innen definiert die KMK (2015) in folgenden Dimensionen:

„Die Schülerinnen und Schüler bringen hinsichtlich ihres familiären, kulturellen, religiösen und sozioökonomischen Hintergrunds sowie im Hinblick auf Alter, Geschlecht und Erfahrung unterschiedliche Voraussetzungen mit. Interessen und Stärken, Lern- und Entwicklungstempo sowie Begabungen und Unterstützungsbedürfnisse sind individuell verschieden.“ (ebd., 6)

In dieser Arbeit liegt der Fokus auf der Dimension des Alters. Dabei ist von besonderem Interesse, wie die Diversität des Alters als Lernchance genutzt werden kann: Zum einen, um innerhalb verschiedener Lerninhalte tatsächliche jahrgangsunabhängige Homogenität herzustellen und zum anderen, um die Heterogenität für ein vielfältiges Unterrichtsangebot zu nutzen (Esslinger-Hinz, 2010). Diese Arbeit untersucht, ob inklusive Lernsettings in altersheterogenen Lerngruppen eine Möglichkeit darstellen, dieser Diversität der Lernausgangslagen gerecht zu werden und gibt eine Antwort darauf.

Die Basis eines inklusiven Unterrichts bilden dabei gemeinsame Themen, die didaktisch und differenziert aufbereitet werden müssen. Somit können alle Kinder in einem Unterrichtsetting partizipieren, da die Inhalte zum gemeinsamen Lerngegenstand werden (Riegert, 2016). Eine inklusive Grundschule soll nach Empfehlung der KMK (2015) diese Anforderungen durch kooperative Lernformen, Kommunikation, Reflexion und gemeinsames Üben umsetzen und dabei individuelle Lernprozesse ermöglichen.

Da der Sachunterricht in der Grundschule ein Kernfach mit vier Wochenstunden ist, müssen nach Mester und Blumberg (2017) die gestellten Anforderungen eines inklusiven Bildungssystems auch im Sachunterricht umgesetzt werden. Erst in den letzten Jahren etablierte die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) naturwissenschaftliche Grundbildung innerhalb des Perspektivrahmens im Primarbereich (GDSU, 2013). Nach dem Stand der Forschung muss dieser weiterentwickelt werden, um allen Kindern eine naturwissenschaftliche Grundbildung zu ermöglichen. Vor allem im Bereich des Themenfeldes „Unbelebte Natur“ kommt es weiterhin zu Defiziten in der Unterrichtsumsetzung (Lück & Risch, 2011). Die Unterrichtskonzeption dieser Arbeit greift deshalb diese Problematik auf, um Lerninhalte im naturwissenschaftlichen Sachunterricht zu etablieren.

Eine inklusive Sachunterrichtsdidaktik kann bisher kaum für die Unterrichtsplanung herangezogen werden, da sich diese noch im Entwicklungsprozess befindet (Mester & Blumberg, 2017). Um im Rahmen der Forschung dieser Arbeit dennoch ein Lernsetting zu adaptieren, wird ein bestehender inklusiver Ansatz herangezogen: Das Forschende Lernen, welches im Theorie-Teil dieser Arbeit hinreichend thematisiert wird (Abels & Koliander, 2017).

Die vorliegende Masterarbeit wird im Rahmen der naturwissenschaftlichen Sachunterrichtsdidaktik verfasst. Die aktuellen Forschungen in diesem Gebiet können nach Hartinger und Lange-Schubert (2017) in vier Facetten des fachdidaktischen Wissens gegliedert werden. Dazu zählen das Wissen über die Lernschwierigkeiten, die fachspezifischen und themenspezifischen Lehrstrategien, die Strukturierung der Lernumgebung sowie die Schülervorstellungen.

Die dargelegten Anforderungen an eine inklusive Sachunterrichtsdidaktik betrachtend, trägt diese Arbeit zu einer Erweiterung im Bereich des fachspezifischen Wissens über Schülervorstellungen bei. Daraus ergibt sich das Forschungsinteresse, inklusive Ansätze heranzuziehen, um damit das fachspezifische Wissen zu erweitern.

Es bleibt zu untersuchen, ob sich das Forschende Lernen eignet, allen Kindern eine Veränderung der Schülervorstellungen hin zu wissenschaftlicheren Denkweisen zu ermöglichen. Die Forschungsfrage, die diesen Überlegungen nachgeht, lautet:

„Inwiefern kann eine Unterrichtssequenz nach dem Forschenden Lernen Schülervorstellungen in einer altersheterogenen Lerngruppe verändern?“

Das Ziel der Arbeit ist es, zu erforschen, inwiefern sich Schülervorstellungen altersheterogener Lerner_innen nach dem Forschenden Lernen zu einem Themenfeld der unbelebten Natur entwickeln. Dies soll erreicht werden, indem Einzelinterviews vor und nach einer Unterrichtssequenz, die nach dem Forschenden Lernen gestaltet wird, geführt werden.

Das Forschungsvorhaben wird aus dem theoretischen Teil abgeleitet. Dafür wird zunächst im Kapitel 2.1 das Lernen in altersheterogenen Lerngruppen, auch im Hinblick auf einen inklusiven naturwissenschaftlichen Sachunterricht, thematisiert. Daraus ergibt sich die Relevanz der Schülervorstellungen für einen Unterricht, der vielfältige Lernausgangslagen berücksichtigen kann (Kap. 2.2). Wie sich der Ansatz des Forschenden Lernens für die konkrete Umsetzung im Unterricht eignet, wird in Kapitel 2.3 erläutert, ehe das Thema „Luft“ fachlich und didaktisch-methodisch eingegrenzt wird, damit die Grundlage für den empirischen Teil gegeben ist (Kap. 2.4). Das Theoriekapitel schließt mit dem Stand der Forschung (Kap. 2.5), woraus die Forschungslücke abgeleitet wird.

Der empirische Teil der Arbeit stellt zunächst das Forschungsvorhaben in Kapitel 3.1 und anschließend das forschungsmethodische Vorgehen in Kapitel 3.2 dar. Nachdem die Ergebnisse des qualitativen Forschungsvorhabens deskriptiv dargestellt und interpretiert werden, folgt die Diskussion dieser auf Basis der theoretischen Erkenntnisse (Kap. 3.3). Die Ergebnisse werden in Kapitel 3.4 schließlich reflektiert, ehe die Arbeit mit dem Fazit schließt (Kap. 4).

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Altersheterogene Lerngruppen im Rahmen der Inklusion

Altersheterogenität ist ein bekanntes Phänomen im Bildungssystem. Jahrgangsklassen entsprechen der Normalität der Schulformen und sind nach Wulfmeyer, Rohen-Bullerdiek und Mahnken (2011) ein Versuch, über die Altershomogenität – sofern es Jahrgangsklassen zulassen – auch die Leistungen einer Lerngruppe zu homogenisieren. Bekannt ist, dass dieser Versuch erfolglos bleibt. Bereits Ingenkamp (1969) untersuchte, dass nicht alle Schüler_innen gleichen Alters den gleichen Entwicklungsstand aufweisen. Auch Berton und Schäfer (2005) kamen in einer Interviewstudie zu dem Ergebnis, dass fachliches Verständnis bezüglich eines Lerninhaltes nicht vom Alter abhängig ist, sondern von den kognitiven Erfahrungen, die bereits mit dem Lerninhalt gesammelt wurden. „Es gibt von der Entwicklung von Kindern keine Stunde Null [...]“ (Wulfmeyer, Rohen-Bullerdiek & Mahnken, 2011, 59), was es nach inklusiven Lernsettings zu berücksichtigen gilt, damit Zugänge auf unterschiedlichen Entwicklungsniveaus geschaffen werden können. Vor dem Hintergrund dieser Problematik wird im Folgenden untersucht, inwiefern altersheterogene Lerngruppen im Primarbereich berücksichtigt werden, welche Vorteile sie mitbringen und welchen Stellenwert sie haben innerhalb der Fachdidaktik Sachunterricht. Abschließend greift das Kapitel die Perspektive des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts auf, da die vorgelegte Arbeit Thematiken innerhalb des inklusiven naturwissenschaftlichen Sachunterrichts erforscht.

2.1.1 Altersheterogene Lerngruppen im inklusiven Unterricht

Innerhalb altersheterogener Lerngruppen werden aus typischen Jahrgangsklassen jahrgangsübergreifende Lerngruppen gemischt. Für die Klassen 1 und 2 fordert die KMK (2015) weiterhin die Etablierung integrativer Modelle wie die flexible Schuleingangsstufe, in der es Kindern möglich ist, individuell ein bis drei Jahre zu verweilen. Das Niedersächsische Schulgesetz (2015/2016) erweitert diese Forderung für Grundschulen und ermöglicht auch einen jahrgangsübergreifenden Unterricht für Klasse 3 und 4, wenn die Schule eine Eingangsstufe bereits integriert hat (Niedersächsisches Kultusministerium, 2017a). In diesem Kapitel wird sich hauptsächlich an der Literatur zur Eingangsstufe orientiert, da diese die Klassen 1 und 2 jahrgangsübergreifend zusammenfasst und auf empirischen Studien (Fiedler, 2010; Noll, 2010) basiert. In der vorliegenden Arbeit werden Lerner_innen der ersten und zweiten Klasse berücksichtigt, sodass aus ihnen eine altersheterogene Lerngruppe entsteht.

Altersheterogene Lerngruppen bedeuten allgemein eine Veränderung der Schulkultur, da Lerngruppen neu gemischt werden und Peerbeziehungen jahrgangsübergreifend entstehen können

(Wendt, 2007). Nach Fiedler (2010) können altersheterogene Lerngruppen die Inklusionsprozesse eines gemeinsamen Unterrichts fördern, da Heterogenität zu einer Ressource im Unterricht wird. Heterogenität bietet den Schüler_innen die Chance, einen Unterricht zu gestalten, der durch gegenseitige Unterstützung geprägt ist und damit zu einer Bereicherung sozialer und kognitiver Fähigkeiten führen kann (Fiedler, 2010). Wegener (2014) spricht auch von einer „Würdigung der Heterogenität“ (ebd., 29), aus der sich drei Schwerpunkte bilden, die die Altersverschiedenheit der Schüler_innen anerkennen. Ein Aspekt ist der Ausgleich defizitärer Lebensbedingungen, wenn gemeinsamer Unterricht Raum für soziale Prozesse und erzieherische Erfordernisse gibt. Ein weiterer Aspekt ist die Entstandardisierung von Lernsituationen (Heinzel, 2007). Hierbei liegt der Fokus auf den individuellen Entwicklungsständen der Schüler_innen, die durch den Umgang mit der Verschiedenheit innerhalb jahrgangsgemischter Lerngruppen entdramatisiert werden. Die neuen Lernsituationen eröffnen Erfahrungen mit Kindern ähnlichen Alters und fördern eine selbstständige Lernaktivität. Ein dritter Aspekt ist die Einforderung der Verschiedenheit als gleiche Geltung gegen die Normen der Gesellschaft (Wegener, 2014), nach Prengel (1993) auch als „Pädagogik der Vielfalt“ bekannt. Die drei Aspekte führen zur Chancengleichheit innerhalb altersheterogener Lerngruppen. Übertragbar für die Schule werden sie besonders dann, wenn Kinder durch Zurückstufung der Jahrgangsklasse ausgegrenzt werden. Eine jahrgangsübergreifende Lerngruppe ermöglicht keine Ausgrenzung der Kinder hauptsächlich aufgrund mangelnder kognitiver Fähigkeiten (Noll, 2010). Nach Nicklaus (2007) wird die Heterogenität auch zur Lernchance, wenn die Vielfalt der Gedanken und Anregungen als Anreicherung für den Unterricht genutzt werden. Eine weitere Lernchance in altersheterogenen Lerngruppen kann darin gesehen werden, dass sich der Unterricht weder an altersgemäß entwickelten „normalen“ Kindern, noch an jenen mit besonderem Unterstützungsbedarf orientiert (Fiedler, 2010; Nicklaus, 2007). Das Lernen in altersheterogenen Lerngruppen ermöglicht individuelle Lernprozesse, die an bereits vorhandenen Lernvoraussetzungen anknüpfen. Selektive Vorgänge werden nicht beachtet, da in altersheterogenen Lerngruppen vom Vergleich mit gleichaltrigen abgesehen wird (Fiedler, 2010; Noll, 2010). Der Lernprozess der einzelnen Schüler_innen wird nach individuellem Leistungsstand und Leistungsvermögen gestaltet (Nicklaus, 2007). Demnach ermöglicht jahrgangsgemischter Unterricht die spezifische Förderung und Forderung der Kinder nach ihren Lernvoraussetzungen (Noll, 2010). Eine individuelle Gestaltung der Lernprozesse setzt auch voraus, dass die Lerner_innen ihr Leistungsvermögen einschätzen können (Nicklaus, 2007). Erlernen können Schüler_innen die Eigenverantwortung gegenüber Lerninhalten im jahrgangsübergreifenden Unterricht, da dieser durch selbstständige Arbeitsformen und Binnendifferenzierung geprägt ist (Wendt, 2007). Die Arbeitstechniken

werden von Anfang an eigenführt, wodurch sie nach Nicklaus (2007) dazu beitragen, dass die Schüler_innen eine Selbstverständlichkeit entwickeln. Diese hilft ihnen, das Unterrichtsangebot angemessen ihres Leistungsstandes auszuwählen. So wird das Lernen in altersheterogenen Lerngruppen als motivierender, entspannter und angstfreier im Vergleich zu herkömmlichen Jahrgangsklassen empfunden (Nicklaus, 2007).

Jahrgangsgemischter Unterricht beeinflusst nicht nur kognitive Lernprozesse, sondern auch Lerninhalte. Innerhalb des Unterrichts können die Kinder ihre Interessen verfolgen und Fähigkeiten einsetzen, die ihnen aufgrund des Alters sonst nicht zugetraut werden (Hesse, 2007; Nicklaus, 2007). Besonders für leistungsstarke jüngere Schüler_innen bieten diese Lerninhalte Anreize. Die Lehrperson kann Aufnahmekapazität und Fähigkeiten beobachten, zu denen es im Jahrgangsklassenunterricht nicht kommen könnte (Hesse, 2007). Das Lernen durch die Mithilfe der Älteren darf ebenfalls nicht unterschätzt werden, weil sich die Kinder in Sprache und Denkweise sehr ähnlich sind. Ältere Kinder können in jahrgangsübergreifendem Unterricht durch „lehrendes“ Lernen nach Hesse (2007) die höchste Qualitätsstufe des Lernens erreichen. Diese Art des Unterrichts ermöglicht aber auch schwächeren älteren Kindern, innerhalb der Lerngruppe Inhalte zu wiederholen oder zu vertiefen (ebd.).

So eröffnen altersheterogene Lerngruppen nicht nur Lernprozesse mit individueller und fachlicher tiefgreifender Struktur, die die Leistungskonzepte der Schüler_innen stärken, sondern ermöglichen auch eine Integration in die soziale Lernumgebung (Noll, 2010). Der Unterricht enthält kooperative Lernformen, die soziale Rücksichtnahme erfordern (Wendt, 2007). Ältere Schüler_innen werden oftmals zu Expert_innen für Regeln, Rituale und Lernstrukturen (Fiedler, 2010). Kinder, die jahrgangsübergreifenden Unterricht erfahren, lernen sich dadurch selbst in diversen Rollen kennen, da sie zunächst Jüngere sind, aber später zu Älteren innerhalb der Lerngruppe werden. Durch die wechselnden Rollen lernt das Kind neue Kompetenzen und Möglichkeiten innerhalb des sozialen Gefüges einer Lerngruppe kennen (ebd.).

2.1.2 Perspektiven für den inklusiven Sachunterricht

Als eines der Kernfächer in der Grundschule muss sich der Sachunterricht den aktuellen Anforderungen stellen. Diese liegen begründet in der vielperspektivischen Ausrichtung des Faches (GDSU, 2013). Die neuen Herausforderungen liegen darin, allen Schüler_innen mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen und Lernbedingungen ein erfolgreiches Lernen zu ermöglichen (Mester & Blumberg, 2017). Erfolgreiches Lernen in einem inklusiven Sachunterricht berücksichtigt dabei die Diversität der Kinder. Der Fokus sollte demnach der Wahl von Vorgehensweisen und Strategien gelten, die allen Schüler_innen eine individuelle Partizipation am

Unterricht ermöglichen und an ihrem Entwicklungsstand anknüpfen. Die sich neu ergebende Ausgangslage für den Sachunterricht kann als zweidimensionale Heterogenität bezeichnet werden, da die eine Dimension die Vielperspektivität des Faches beinhaltet und die andere Dimension die Heterogenität der Schüler_innen darstellt (Hempel & Kohlscheen, 2011). Das Lernen steht im Sachunterricht in dieser zweidimensionalen Heterogenität, die auch als Spannungsfeld zwischen „Kind“ und „Sache“ betitelt wird (Giest, 2011). Die Aufgaben, die das Fach bewältigen muss, sind zum einen das Anknüpfen an die Erfahrungen, Bedürfnisse und Interessen der Schüler_innen und zum anderen die Anschlussfähigkeit für die Fächer der weiterführenden Schulen (GDSU, 2013). Im inklusiven Sachunterricht wird der inhaltliche Fokus auf eine „Sache“, den gemeinsamen Lerngegenstand, gelegt (Hinz, 2011). Laut Hempel und Kohlscheen (2011) kann dies in der Praxis durch die Öffnung gegenüber vielfältiger Perspektiven auf komplexere Gegenstände übertragen werden. Die Lernumgebung wird so angelegt, dass jedes Kind aktiv und selbstbestimmt auf der Basis konkreter Aufgabenstellungen seinen individuellen Lernprozess gestalten kann (ebd.). Die Kinder bekommen so eine Sicht- und individuelle Zugangsweisen zu Lerninhalten (Hinz, 2011). Das Fach darf keine linearen Lösungswege anbieten, sondern muss mehrperspektivische Zugangsweisen bei allen Inhalten ermöglichen, damit alle Fähigkeiten der Schüler_innen produktiv aufgegriffen werden können (Kaiser & Pech, 2008). Die vielperspektivische Erschließung der Themen bietet die Chance der Partizipation und des individuellen Lernens, wenn die Zugänge geschaffen werden (Hempel & Kohlschein, 2011). Seitz (2005) hat herausgefunden, dass ästhetische und körperbasierte Zugangsweisen bedeutsam für alle Kinder sind. Gebauer und Simon (2012) differenzieren vielfältigen Zugänge auf verschiedenen Repräsentationsebenen (enaktiv, symbolisch, ikonisch, sensorisch und kommunikativ-interaktiv) zu einem Lerngegenstand (Anhang 1). Die enaktive Ebene stellt die konkrete Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand dar, die ikonische Ebene beschreibt den Zugang auf bildlicher Weise, die symbolische Ebene impliziert den Abstraktionsprozess durch Schrift und Sprache, die kommunikative-interaktive Ebene umfasst den Zugang vom Lerngegenstand zur Umwelt durch die Körper- und Lautsprache und die sensorische Ebene schließt das sinnliche Erfahren des Lerngegenstands ein (Gebauer & Simon, 2012). Inklusive Momente ergeben sich für den Sachunterricht daraus, dass alle Schüler_innen alle Ebenen durchlaufen können, aber nicht müssen (Kahlert & Heimlich, 2012). Es wird ein Lernen am gemeinsamen Gegenstand möglich und gleichzeitig werden individuelle Zugänge und unterschiedliche Lösungsstrategien zugelassen (Gebauer & Simon, 2012).

Werden die Möglichkeiten einer altersheterogenen Lerngruppe aus Kapitel 2.1.1 betrachtet, so lassen sich Überschneidungen zu den Anforderungen an eine inklusive Sachunterrichtsdidaktik

herausstellen. Insgesamt steht die Diversität der Schüler_innen, ein individueller Lernprozess – der Lernentwicklungsstände der Kinder angemessen – und das Lernen am gemeinsamen Lerngegenstand im Vordergrund. Dies kann im Sachunterricht und in altersheterogenen Lerngruppen durch vielfältige Zugänge ermöglicht werden, sodass alle Schüler_innen am Lerngegenstand partizipieren (Kap. 2.1.1; Kap. 2.1.2). Die Umsetzung von Sachunterricht in altersheterogenen Lerngruppen bietet sich an, da die Inhalte des Faches der Lebenswirklichkeit der Kinder entsprechen. Die Rahmenthemen lassen zahlreiche Möglichkeiten zu, den Unterricht differenziert durch methodisch vielfältige Unterrichtsformen und offene Arbeitsangebote zu gestalten (Noll, 2010). Die absichtlich hergestellte Altersheterogenität in einer Lerngruppe, wie es in der Eingangsstufe der Fall ist, kann nach Wulfmeyer, Rohnen-Bullerdiek & Mahnken (2011) positiv im Sachunterricht genutzt werden. Im weiteren Verlauf der Arbeit werden naturwissenschaftliche Themen im Sachunterricht berücksichtigt, daher bleibt es interessant, wie sich das Lernen in altersheterogenen Lerngruppen in dem inklusiven naturwissenschaftlichen Sachunterricht gestaltet.

2.1.3 Naturwissenschaftliches Lernen im inklusiven Sachunterricht

Dem naturwissenschaftlichen Sachunterricht wird eine anspruchsvolle Aufgabe zugesprochen: Er soll Lerner_innen zum Verstehen der belebten und unbelebten Phänomene begleiten (Marquardt-Mau, 2010). Lück (2009) stellt heraus, dass das Interesse für naturwissenschaftliche Inhalte bereits im frühen Kindesalter vorhanden ist. Um diese Aussage fundiert zu begründen und festzustellen, ob Schüler_innen in der Grundschule in der Lage sind, naturwissenschaftliche Phänomene zu begreifen, ist die Betrachtung kognitionspsychologischer Erkenntnisse notwendig.

Der Schweizer Psychologe Jean Piaget (1896-1980) zählt zu den bedeutsamsten Entwicklungspsychologiker_innen (Lück, 2009). Seine Stadientheorie und das Konzept der Äquilibration nehmen bis heute Einfluss auf das Bildungssystem aller Altersstufen in Deutschland (Lück & Risch, 2011). Nach Piaget liegen geistige Strukturen, die für das Denken notwendig sind, nicht ab Geburt vor, sondern entwickeln sich innerhalb mehrere Stadien, die aufeinander aufbauen. Er nahm an, dass Kinder nur durch eigenes Handeln in der physischen Umwelt fähig werden, physikalische Phänomene zu repräsentieren (Koerber & Sodian, 2011). Der Fokus der Stadien liegt auf der Entwicklung der Erkenntnisfähigkeit. Piagets Untersuchungen zeigten, dass Kinder sich in einem Alter bis sieben Jahren in der sogenannten prä-operationalen Phase befinden (Lück, 2009). Lück und Risch (2011) bezeichnen sie als „vorlogische Entwicklungsstufe“ (ebd., 82), in der keine Wenn-dann-Beziehungen, also keine kausalen Zusammenhänge, hergestellt

werden können. Diese sind jedoch für die Erklärung von naturwissenschaftlichen Phänomenen von großer Bedeutung. Das Verständnis kausaler Wirkungszusammenhänge kann in der konkret-operationalen Phase vorausgesetzt werden, die nach Piaget erst in einem Alter von sieben bis zwölf Jahren erreicht wird (Lück, 2009). Die Studentheorie Piagets liegt allerdings mehr als 50 Jahre zurück und wird heute eher angezweifelt. Studien (Collins, 1984; Gräber & Stork, 1984) gehen von einer Beschleunigung der kognitiven Phasen aus, sodass die Stadien der Altersstufen, die Piaget verwendet, nicht mehr gelten. Collins (1984) konnte zeigen, dass sogar Vierjährige Wenn-dann-Beziehungen nachvollziehen können. Für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht in der Grundschule halten Koerber und Sodian (2011) fest, dass Kinder mit ihrer Einschulung, bei der sie in etwa das sechste Lebensjahr erreicht haben, in der kognitiven Entwicklung bereits vorgangeschritten sind. Sie haben sich bereits einen Bestand an naturwissenschaftlichen Inhalten und wissenschaftlichen Methoden wie dem Beobachten angeeignet (ebd.). Daher muss eine naturwissenschaftliche Bildung in der Grundschule an die Konzepte der Schüler_innen anknüpfen und ist als „elementare naturwissenschaftliche Bildung“ (GDSU, 2013, 38) im Perspektivrahmen Sachunterricht verankert.

Eine naturwissenschaftliche Grundbildung, im Englischen bekannt als Scientific Literacy, ist notwendig, um an der technisch und naturwissenschaftlich orientierten Gesellschaft teilzuhaben (Sodian & Mayer, 2013). Sie bildet eine anschlussfähige Bildung für die weiterführenden Schulen und ermöglicht ausgehend von den eigenen Erfahrungen der Kinder die „[...] Begegnung, Erschließung und Auseinandersetzung mit Grundfragen der Beziehung von Mensch und Natur“ (GDSU, 2013, 38). Ein Merkmal der naturwissenschaftlichen Grundbildung ist die konstruktivistische Sichtweise, bei der Schüler_innen als Konstrukteure ihres eigenen Wissens gesehen werden (Koerber & Sodian, 2011; Marquardt-Mau, 2010). Im Vordergrund der Lernprozesse steht das eigene Entdecken und Experimentieren, sodass die Lernprozesse individuell gestaltet werden (Marquardt-Mau, 2010). Insgesamt ergeben sich durch die genannten Befunde (Collins 1984; Gräber & Stork, 1994; Marquardt-Mau; 2010; Sodian & Mayer, 2013) weitere Anforderungen für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Wodzinski (2011) fasst diese in drei Bereiche zusammen: Der Sachunterricht muss inhaltlich und methodisch anspruchsvoller gestaltet werden, damit die Schüler_innen auch komplexere Zusammenhänge herstellen können und nicht unterschätzt werden. Zum einen im Bereich der Fachlichkeit, aber auch im Bereich der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. Des Weiteren muss der naturwissenschaftliche Sachunterricht anschlussfähig sein, indem die Schüler_innen Kompetenzen erlernen, an denen die weiterführenden Schulen aufbauen können. Abschließend muss der Sachunterricht den kumula-

tiven Wissensaufbau unterstützen und somit Fachkonzepte anbahnen. Kennzeichen der Fachkonzepte sind Begriffe, Theorien und Modelle, durch die ein zusammenhängendes und strukturiertes Wissen aufgebaut wird (Wodzinski, 2011).

Warum sich naturwissenschaftliche Bildung in altersheterogenen Lerngruppen eignet, wird besonders an der Methode des Experimentierens deutlich. Der Fokus liegt auf der Eigenständigkeit, dem Fleiß und der Ausdauer, mit denen sich Schüler_innen während des Experimentierens einem Lerngegenstand widmen können (Lück & Risch, 2011). Sie können ihn konkret erfahren und ihm handelnd begegnen (Bertelsmeier & Dalhaus, 2010). Das kann auch eine sinnliche Erfahrung mit dem Lerngegenstand ermöglichen (Lück & Risch, 2011). Die Eindrücke, die Kinder während eines Experimentes gewinnen, müssen erfasst, verarbeitet und in bisherige Wissensstrukturen eingeordnet werden, wodurch kognitive Prozesse aktiviert werden (Lück, 2009). Sinnliches Lernen beinhaltet keine soziale Benachteiligung und spricht auch für altersheterogene Lerngruppen, da alle Sinne gleich ausgeprägt sind. Es können alle Schüler_innen am Experiment partizipieren, da die sprachliche Kompetenz zunächst in den Hintergrund rückt. Dennoch bieten Experimente Sprechansätze, indem Schüler_innen bspw. Materialien in einer vorbereiteten Lernumgebung benennen sollen (Lück, 2009). Die Erfahrungen und Beobachtungen während des Experimentierens werden durch das Vorwissen, den Vermutungen oder die Erwartungen beeinflusst und davon abhängig interpretiert (Schneider & Oberländer, 2008). Bertelsmeier und Dalhaus (2010) stellen deshalb heraus, dass die eigene Sichtweise mit fremden Perspektiven innerhalb der Deutung oder Reflexion abgeglichen und ergänzt werden muss. Nach Möller (2013) zeigen Unterrichtsanalysen jedoch, dass der Austausch der Gedanken immer noch zu kurz kommt. Individuelle Lernwege sind in der Praxis selten der Fall, da der Unterricht überwiegend frontal verläuft und sich auf die Vermittlung von Erklärungen beschränkt. Dadurch bleibt das erlernte Wissen träge, die Schüler_innen verstehen die naturwissenschaftlichen Inhalte nicht und es wird auch kein Transfer der naturwissenschaftlichen Phänomene möglich.

Daraus ergibt sich die große Bedeutung der Schülervorstellungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Er muss an das Vorwissen der Schüler_innen anknüpfen, damit individuelle Zugänge zu Lerninhalten geschaffen werden und naturwissenschaftliche Fachkonzepte entwickelt und angewendet werden können.

2.2 Schülervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Im Unterricht spielen Schülervorstellungen eine wichtige Rolle, weshalb sie nicht ignoriert werden dürfen (Bogner, 2016). Entgegen der Stadienheorie von Piaget können Grundschulkin-der bereits komplexe naturwissenschaftliche Inhalte verstehen (Koerber & Sodian, 2011). Be-
deutsam für das Verstehen ist nicht die Entwicklung des Denkens, sondern das Anknüpfen an
das Vorwissen (Heran-Dörr, 2012). Deshalb ist bereits die frühe Förderung naturwissenschaft-
licher Kompetenzen von großer Bedeutung. Möglich wird das Verstehen aber erst durch die
Diagnose der Schülervorstellungen, um das Vorwissen der Lerner_innen zu erkennen (ebd.).
Deshalb stellt dieses Kapitel die Bedeutsamkeit der Schülervorstellungen für den naturwissen-
schaftlichen Unterricht heraus.

2.2.1 Was sind Schülervorstellungen?

Der Begriff „Schülervorstellungen“ setzt sich aus den Nomen „Schüler“ und „Vorstellungen“
zusammen. Ein „Schüler“ ist ein Kind, das im schulischen Rahmen lernt (Educalingo, 2018).
In diesem Zusammenhang ist die „Vorstellung“ für Jung (1986) die „bedeutungsverleihende
Einheit im Kopf der Menschen“ (Jung, 1986, 3) über Phänomene, Begriffe oder Prinzipien
(Heran-Dörr, 2011). Zusammengefasst tritt die Lehrperson Schüler_innen im Unterricht gegen-
über, um den dargelegten Phänomenen subjektiv eine Bedeutung zuschreiben. Schülervorstel-
lungen sind damit abhängig von den Erfahrungen des Individuums und können daher sehr un-
terschiedlichen Ursprungs sein. Außerdem dienen sie der Erklärung verschiedener Phänomene
in Alltagssituationen, obwohl sie weit von wissenschaftlichen Sichtweisen entfernt, aber den-
noch sehr stabile Konstrukte sind (Heran-Dörr, 2012). Durch die alltäglichen Erklärungsmuster
kann das Lernen von wissenschaftlicheren Sichtweisen erschwert werden und dadurch zu Lern-
schwierigkeiten führen (Jungs, 1986; Möller, 2013). In der Literatur (Heran-Dörr, 2012; Jung,
1986; Duit; 1993) werden synonym zu dem allgemeinen Begriff „Schülervorstellung“ häufig
Alltagsvorstellungen, Vorverständnis, naive Theorien oder Präkonzepte verwendet, die sich
nach Jung (1986) nur in wenigen Akzenten unterscheiden. Doch insgesamt gehen sie von Fol-
gendem aus: „Sie drücken auf die eine oder andere Art die Überzeugung aus, daß Schüler nicht
als leere Blätter angesehen und behandelt werden dürfen, auf die der Lehrer den sorgfältig prä-
parierten Lernstoff einschreibt“ (Jung, 1986, 2). Deshalb sieht Möller (2013) Schülervorstel-
lungen auch als eine andere Bezeichnung für das Vorwissen an. Werden Schülervorstellungen
im unterrichtlichen Kontext erhoben, so werden vorunterrichtliche Schülervorstellungen nach
Heran-Dörr (2012) als „Präkonzepte“ und unterrichtliche Schülervorstellungen als „Postkon-
zepte“ bezeichnet.

Im weiteren Verlauf wird zunächst die Rolle der Schülervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht dargelegt.

2.2.2 Schülervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Die Schüler_innen bringen laut Duit (1993) vielfältige und tief verankerte Vorstellungen zu verschiedenen naturwissenschaftlichen Lerninhalten mit in den Unterricht. Des Weiteren unterscheidet er zwischen kurzfristigen Vorstellungen, die sich Schüler_innen ausdenken, wenn es zu einer Konfrontation mit neuen Inhalten kommt und den Vorstellungen, die innerhalb des Unterrichts entstanden sind (ebd.). Barke, Harsch, Marohn und Krees (2015) verdeutlichen, dass Schülervorstellungen zu naturwissenschaftlichen Themen oftmals nicht mit den wissenschaftlichen Vorstellungen übereinstimmen, obwohl es die Schüler_innen schaffen, richtige Beobachtungen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen anzustellen. Die Schüler_innen bauen sich daraus eine eigene Vorstellungswelt auf, die es ihnen ermöglicht, Phänomene kontextbezogen zu erklären (Jung, 1986). Die Schülervorstellungen basieren so auf bekannten und vertrauten Erfahrungen, in die die Schüler_innen das neu Erlernte einordnen. Dadurch beeinflussen die vorunterrichtlichen Vorstellungen das Lernen der Schüler_innen (Duit, 1993). Das ist auch Fachdidaktiker_innen und Lehrer_innen bekannt (Barke et al. 2015), sodass Schülervorstellungen ermittelt werden müssen, um die erfolgreiche Verarbeitung von wissenschaftlichen Vorstellungen der Schüler_innen zu ermöglichen. Ihnen ist auch bekannt, dass Schülervorstellungen über viele Jahre entstanden sind, wodurch sie tiefer in Wissensstrukturen verwurzelt sind als neue Lerninhalte, die innerhalb weniger Unterrichtsstunden erworben wurden (ebd.).

Der Wechselprozess von vorunterrichtlichen Vorstellungen, also Präkonzepten, hin zu wissenschaftlichen Vorstellungen der Schüler_innen bedarf Zeit und ständiger Nacharbeit (Duit, 1993). Innerhalb der Wechselprozesse können Zwischenvorstellungen z.B. anhand von Interviews erhoben werden, um Aufschluss über individuelle Lernwege zu geben, so Möller (2013). Sie stellt auch heraus, dass Schüler_innen teilweise ihre vorhandenen Vorstellungen aufgeben. Häufig entwickeln sie aber ihre Vorstellungen individuell weiter, indem eine Kombination aus Alltagsvorstellungen und wissenschaftlichen Vorstellungen stattfindet (ebd.). Schulisches Lernen will aber einen Wechsel weg vom alltäglichen und hin zum wissenschaftlichen Verständnis erreichen (Greinstetter, 2008). Durch eigene Untersuchungen gehen Schneider und Oberländer (2008) davon aus, dass wissenschaftliche Konzepte die alltäglichen Vorstellungen sukzessiv ablösen, sodass kein langfristiger Bestand parallel möglich ist. Ihrer Forschung zufolge beschreibt die vollständige Ablösung von Alltagskonzepten zu Wissenschaftskonzepten den Konzeptwechsel oder Conceptual Change. Dieser wird in der Arbeit nicht explizit berücksichtigt,

da Schneider und Oberländer (2008) herausgefunden haben, dass dieser innerhalb einer Unterrichtssequenz nicht möglich ist. Auch die vorliegende Arbeit basiert auf einer durchgeführten Unterrichtssequenz, sodass der Fokus auf der Veränderung der Schülervorstellungen und nicht auf der vollständigen Ablösung eines Konzepts liegt. Daher werden Konzeptwechseltheorien im Rahmen dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Die vorunterrichtlichen Schülervorstellungen werden als Prävorstellungen bezeichnet und die entwickelten Vorstellungen nach einer Unterrichtssequenz als Postvorstellungen.

Schülervorstellungen können nach Schneider und Oberländer (2008) anhand verschiedener Aspekte einer „Konzeptveränderung“ (ebd., 28) eingeordnet werden. So hat auch Möller (2013) vier **Levelstufen** entwickelt, die die Veränderungen innerhalb der Prä- und Postkonzepte der Schüler_innen auf wissenschaftliche Angemessenheit prüfen. Das **erste Level** beinhaltet keine oder nicht haltbare Vorstellungen. Dieses Level kennzeichnen Aussagen der Schüler_innen, die Schlagworte nennen, ohne weitere inhaltliche Zusammenhänge herzustellen. Oftmals bleiben diese Aussagen unvollständig. Das **zweite Level** beinhaltet teilweise richtige Aussagen. Sie sind wenig ausdifferenziert und kaum generalisiert. Das Level beinhaltet auch ansatzweise zutreffende Alltagsvorstellungen. Das **dritte Level** umfasst im Wesentlichen sachlich richtige Aussagen, die noch nicht ausdifferenziert sind. Die Aussagen werden teilweise begründet und generalisiert. Das **vierte Level** beschreibt Aussagen, die sachlich korrekt, ausdifferenziert und generalisiert sind (Möller, 2013). Dieser Ansatz kann durch genauere Beschreibungen über die Komplexität der Schülerinnenaussagen von Kauertz, Fischer, Mayer, Sumfleth und Walpuski (2010) erweitert werden, die ursprünglich Komplexitätsstufen für die Operationalisierung von Kompetenzen entwickelten. Die **Komplexitätsstufen** basieren auf zwei Faktoren: Der Anzahl der Elemente und der Verknüpfung zwischen den Elementen. Die Vernetzung zwischen den beiden Faktoren nimmt pro Komplexitätsstufe zu. Auf der **ersten Stufe** steht eine naturwissenschaftliche Bezeichnung oder Eigenschaft, also ein Fakt. Zwei verbundene Fakten, also bspw. die Beschreibung von mehreren Eigenschaften eines naturwissenschaftlichen Objekts, beschreiben die **zweite Komplexitätsstufe**. Auf der **dritten Komplexitätsstufe** werden Beziehungen zwischen den einzelnen Faktoren hergestellt, sodass ein Zusammenhang entsteht. Zunehmend komplexer wird dies auf der **vierten Stufe**, wenn mehrere Zusammenhänge hergestellt werden. Die **fünfte Komplexitätsstufe** kennzeichnet den generalisierenden Umgang mit Zusammenhängen, sodass ein übergeordnetes Konzept entsteht. Für die Auswertung im empirischen Teil der Arbeit ist es notwendig, die Levelstufen (Möller, 2013) und die Komplexitätsstufen (Kauertz et al., 2010) zu verknüpfen, um die Schülervorstellungen entsprechend der Ver-

änderung und Entwicklung der Komplexität einzuordnen. Es wird berücksichtigt, welche Aspekte der beiden Stufenmodelle von Kindern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht überhaupt nach einer Unterrichtssequenz erwartet werden können (Kapitel 2.1.3). Insgesamt ergeben sich folgende vier Level für die Einordnung der Schülervorstellungen:

Level 1: Vorstellungen nicht haltbar	- Keine korrekten Vorstellungen - Wenige Fakten, die nicht haltbar sind - Unvollständige Aussagen
Level 2: Vorstellungen teilweise richtig	- Einzelne richtige Fakten - Ansatzweise zutreffende Alltagsvorstellungen
Level 3: Vorstellungen sachlich richtig	- Sachlich richtige, mehrere Fakten - Teilweise Zusammenhänge hergestellt - Wenig ausdifferenziert und generalisiert
Level 4: Vorstellungen ausdifferenziert	- Generalisierte Vorstellungen - Fachlich korrekte Zusammenhänge

Tabelle 1: Level der Schülervorstellungen (Kauertz et al. 2010; Möller, 2013)

Werden Prä- und Postvorstellungen der Schüler_innen erfasst und anhand der beschriebenen Tabelle 1 eingeordnet, so ist die Veränderung der Schülervorstellungen hin zu wissenschaftlichen Vorstellungen zu festigen. Deshalb sollten die neuerworbenen Vorstellungen der Schüler_innen wiederholt in Unterrichtssituationen aufgegriffen werden (Barke et al., 2015). Für den naturwissenschaftlichen Unterricht bedeutet dies, dass der Unterricht an die Erfahrungen der Schüler_innen anknüpfen muss. Hierfür stellt Jung (1986) drei Arten der Umgangsweise mit vorunterrichtlichen Schülervorstellungen dar: Anknüpfen, Umdeuten und Konfrontieren. Nach Duit (2010) stellen das Anknüpfen und das Umdeuten kontinuierliche Lernwege dar. Sie versuchen bruchlos an die Schülervorstellungen anzuknüpfen und diese zu physikalischen Vorstellungen umzudeuten. Dafür sucht die Lehrperson möglichst Vorstellungen aus, die kaum mit wissenschaftlichen Vorstellungen kollidieren, um so einen kontinuierlichen Übergang zu gestalten (Jung, 1986). Das Konfrontieren stellt nach Duit (2010) einen diskontinuierlichen Lernweg dar; es ist eher eine Gegenüberstellung der vorunterrichtlichen Schülervorstellung und der wissenschaftlichen Vorstellung. Nach Jung (1986) gibt es zwei Möglichkeiten, die Schüler_innen in einen kognitiven Konflikt zu bringen. Zum einen werden wie auch Duit (2010) beschreibt, die Vorstellungen gegenübergestellt und zum anderen kann ein Experiment zum Konflikt anregen. Hier stehen Vermutungen der Schüler_innen und tatsächlicher Ausgang des Experimentes gegenüber. Problematisch wird es, wenn die Schüler_innen nicht vom ersten Versuch überzeugt werden oder den Konflikt nicht erkennen, wodurch es auch zu keinem kognitiven Konflikt kommt (Jung, 1986). Als wichtiger Aspekt ist bei der Konfrontation zu berücksichtigen, nämlich, dass Schüler_innen ihre vorunterrichtlichen Vorstellungen erst überwinden,

wenn sie mit ihrer eigenen Erklärung nicht weiterkommen. Erst dann sind sie bereit, den Unterricht der Lehrperson nachzuvollziehen und neue Denkstrukturen aufzubauen (Barke et al., 2015).

2.2.3 Bedeutung und Anschlussfähigkeit von Schülervorstellungen in altersheterogenen Lerngruppen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht

Bedeutsam werden Schülervorstellungen für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht durch folgende Ansprüche. Der Sachunterricht unterstützt das Verstehen naturwissenschaftlicher Inhalte und dabei sollen Schülervorstellungen „[...] über die Umwelt in Richtung intersubjektiv nachvollziehbarer Interpretationen auf der Basis bewährten Wissens [...]“ (Götz, Kahlert, Fölling-Albers, Hartinger, von Reeken & Wittkowske, 2015, 18) entwickelt werden. Ebenfalls soll der Sachunterricht zum Ausbau der Interessen beitragen, indem Schülervorstellungen nicht nur aufgeklärt und berichtigt, sondern auch geöffnet werden für neue Erfahrungen und Vorstellungen (Götz et al., 2015). Nach diesen Ansprüchen wird das Ziel verfolgt, anschlussfähiges naturwissenschaftliches Wissen aufzubauen (Heran-Dörr, 2011). Damit der Unterricht anschlussfähig gestaltet werden kann, müssen Schülervorstellungen diagnostiziert werden. Eine Diagnose von Schülervorstellungen kann durch Videobeobachtungen, Gruppendiskussionen oder themenzentrierte Interviews erfolgen (Kattmann, 2007). Für den Sachunterricht stellen die subjektiven Perspektiven auf die Lerninhalte, also auch die Schülervorstellungen, die Bedingungen für den Lernprozess dar (Nießeler, 2015). Die Bedingung greift auch von Reeken (2015) auf, nach der die Schülervorstellungen zum Ausgangspunkt des Lernprozesses identifiziert werden müssen (Kap. 2.2.2). Innerhalb des Wissenserwerbs muss ein zunehmendes Maß an fachlicher Richtigkeit gewährleistet sein (Heran-Dörr, 2011). Die individuellen Ausgangspunkte können nach Heran-Dörr (2011) vor dem Unterricht oftmals als „[...] fehlerhaft, falsch, alltagsbezogen oder naiv [...]“ (Heran-Dörr, 2011, 6) eingestuft werden. Lerner_innen sind sich diesen Fehlern oftmals nicht bewusst und erkennen erst durch Konfrontation mit anderen Vorstellungen die Fehler in ihren eigenen Vorstellungen an (Heran-Dörr, 2011). Wie in Kapitel 2.2.2 beschrieben, wird im naturwissenschaftlichen Unterricht unterschiedlich mit den Prävorstellungen der Schülervorstellungen umgegangen, um eine Anknüpfung an Schülervorstellungen zu ermöglichen, unter anderem auch mit der Konfrontation.

Förderlich für eine Veränderung der Schülervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht wird nach Möller (2013) eine Unterrichtsgestaltung, die nach konstruktivistisch-genetischen und kognitiv aktivierenden Unterrichtsprinzipien konzipiert wird. Die Schüler_innen sollen in diesem Unterricht ihren Lernprozess aktiv gestalten, indem sie eigenen Fragestellungen

nachgehen. Die Lehrperson trägt in ihrem Unterricht zur Aktivierung und Konfrontation der Vorstellungen bei. Sie öffnet den Unterricht, damit Schüler_innen eigene Ideen formulieren und so ihren individuellen Lernweg gestalten können. Dafür werden von der Lehrperson Materialien bereitgestellt, die zu einer Begegnung mit den Schülervorstellungen führen (ebd.). Möller (2013) erklärt als besonders wichtig, dass Vermutungen und Erklärungen diskutiert und auch die Arbeitsweisen und Lernprozesse abschließend reflektiert werden. Ein Weg der Unterrichtsgestaltung nach den beschriebenen Anforderungen wäre die Methode des Experiments, um eine Konfrontation mit Schülervorstellungen zu erreichen. Das Experimentieren ist eine komplexe Tätigkeit, die dem Beobachten, dem Entdecken und der Überprüfung von Hypothesen dient. Greinstetter (2008) definiert Experimentieren in der Grundschule als „[...] einen Vorgang eigenständiger Konstruktion zu spezifischen Fragestellungen im Sinne von Hypothesenbildung“ (ebd., 65). Demnach kann durch die Anforderungen von Möller (2013) an eine förderliche Unterrichtssituation für die Veränderung der Schülervorstellungen das Experimentieren sein.

Innerhalb altersheterogener Lerngruppen müssen die Potentiale der Kinder zunächst herausgearbeitet werden, damit die Diversität der Kinder genutzt werden kann (Zumwald, 2010). Dies gelingt über die individuellen Vorstellungen der Schüler_innen über einen gemeinsamen Gegenstand. Lerngruppen, in denen es zur Mischung des biologischen Alters kommt, können vielfältigen Schülervorstellungen besser begegnen als herkömmliche altershomogene Lerngruppen, da die Lerner_innen unabhängig vom Alter auf einem Entwicklungsstand stehen (Marquardt-Mau & Hoffmann, 2010). Besonders für leistungsschwächere Schüler_innen in altersheterogenen Lerngruppen darf keine Überforderung auftreten, aber auch keine Unterforderung für leistungsstarke. Um Schüler_innen auf ihrem individuellen Lernstand zu begegnen, gemessen an ihren Schülervorstellungen zum gemeinsamen Gegenstand, hat Wygotski folgende Begriffe in die psychologische Literatur eingeführt (Oerter, 2008): Er bezeichnet den Ausgangspunkt der Entwicklung als Niveau der aktuellen Entwicklung. Um die Entwicklungschancen des schulischen Lernens zu nutzen muss für jedes Kind die Zone der nächsten Entwicklung formuliert werden (Schneider & Oberländer, 2008). Die Niveaustufen beschreiben die Differenz zwischen angeleitetem und selbstreguliertem Lernen (ebd.). Die Schüler_innen sind innerhalb der Entwicklung auf eine angemessene Unterstützung durch Scaffolding (Strukturierungselemente) und sozialen Austausch angewiesen (Möller, 2013; Schneider & Oberländer, 2008). Ein Ansatz, der diese Bedingungen im Unterricht umsetzt, ist das Forschende Lernen, das im folgenden Kapitel thematisiert wird.

2.3 Forschendes Lernen

Im Folgenden wird das Forschende Lernen definiert und die Gestaltung des Unterrichts nach dem Ansatz erklärt.

2.3.1 Definition Forschendes Lernen

Naturwissenschaftlicher Unterricht an der Grundschule kann zum Erwerb eines grundlegenden Wissenschaftsverständnisses führen (Schneider & Oberländer, 2008). Unter wissenschaftsorientiertem Arbeiten auf Grundschulniveau versteht Greinstetter (2008) das Entwickeln einer grundlegenden Forscherhaltung, ein kritisches Reflektieren der Ergebnisse und die Betrachtung von Fragestellungen aus verschiedenen Perspektiven, sodass zufällige Erkenntnisse und Erfahrungen vermieden werden. Das Unterrichtskonzept des Forschenden Lernens greift die Anforderungen eines wissenschaftsorientierten Naturwissenschaftsunterrichts auf, indem er dazu beiträgt, fachliches Wissen und naturwissenschaftliche Kompetenzen zu vermitteln (Hofer, Abels & Lembens, 2016).

Eine eindeutige Definition für Forschendes Lernen ist schwierig zu formulieren, da das Unterrichtskonzept Merkmale verschiedener Lernformen enthält: konstruktivistisches Lernen, genetisches Lernen, entdeckendes Lernen und problemlösendes Lernen (Greinstetter, 2008). Unter konstruktivistischem Lernen ist ein aktives, selbstgesteuertes Lernen zu verstehen. Die Grundidee der Lernform ist es, der Umwelt forschend zu begegnen, um natürlichen, kindlichen Zugängen zur Welt zu entsprechen (Greinstetter, 2008). Unter genetischem Lernen versteht Möller (2001) den Prozess des Wissensaufbaus von der Entstehung (dem Sehen) bis zur Entwicklung (dem Verstehen) (Greinstetter, 2008). Das entdeckende Lernen zeichnet sich durch reale und für die Schüler_innen bedeutsame Themen aus. Die Schüler_innen nehmen eine aktive und produktive Haltung ein, sodass individuelle und subjektbezogene Erkenntnisse ermöglicht werden. Laut Hartinger (2001) kann das Ausmaß der Selbstbestimmung seitens der Lehrperson durch Lernhilfen beeinflusst werden. Entdeckendes Lernen hilft den Lerner_innen neues Wissen zu organisieren und in bereits vorhandene Wissensstrukturen einzubetten (Soostmeyer, 2002). Das problemlösende Lernen enthält das Forschen nach einer Problemstellung. Um den komplexen Vorgang des Problemlöseprozesses bewältigen zu können, muss ein strukturiertes und analytisches Vorgehen von Schüler_innen geplant werden. Die Lehrperson kann dabei Strukturen schaffen, um Überforderungen zu vermeiden (Greinstetter, 2008).

Die Zusammenführung dieser Aspekte wird anhand der Unterrichtskonzeptionen nach dem Forschenden Lernen im nächsten Kapitel vorgestellt. Abschließend vereint die Definition des amerikanischen National Research Councils (NRC) die Aspekte und dient als grundlegendes

Verständnis, wenn im „weiteren Verlauf vom Forschenden Lerne gesprochen wird. Es wird hier definiert als:

„[...] multifaceted activity that involves making observations; posing questions; examining books, and other sources of information to see what is already known; planning investigations; reviewing what is already known in light of experimental evidence; using tools to gather, analyze, and interpret data; proposing answers, explanations, and predictions; and communicating the results.“ (NRC, 1996, 23)

Das Unterrichtskonzept des Forschenden Lernens stellt zusammenfassend einen entdeckenden und experimentierenden Zugang zum Lernangebot bereit, bei dem ein offenes Lernangebot und individuelle Lernprozesse im Vordergrund stehen. Es wird deutlich, dass nicht nur fachlichen Inhalte im Fokus stehen, sondern auch naturwissenschaftliche Kompetenzen aufgebaut werden können (Hofer, Abels & Lembens, 2016). Im nächsten Kapitel werden Unterrichtskonzeptionen nach dem Forschenden Lernen erläutert, nach denen ein sukzessiver Aufbau der Kompetenzen möglich wird.

2.3.2 Unterrichtskonzeptionen im Rahmen des Forschenden Lernens

Für eine Gestaltung einer Unterrichtssequenz nach dem Forschenden Lernen stehen Lehrpersonen Modelle zur Verfügung, die als Orientierungs- und Planungshilfen für den Unterricht dienen. Sie werden in diesem Kapitel erläutert.

Das **5E-Modell** ist eine Möglichkeit, die Lehrer_innen hilft, eine Unterrichtssequenz nach dem Forschenden Lernen aufbauen zu können (Hofer, Abels & Lembens, 2016). Damit ist die Grundlage für erste Überlegungen und Planungsschritte der einzelnen Unterrichtsphasen gegeben (Bybee, 2009). Der Ursprung des Modells ist auf das Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), ein US-amerikanisches Bildungszentrum, zurückzuführen, welches es in vielen ihrer Programme nutzte (Bybee, 2009). Das Modell verfolgt das Ziel, nach konstruktivistisch orientierter Lernweise, Inhalte zu verstehen und neue Ideen zu entwickeln (Lembens & Abels, 2015b). Der Prozess des Forschenden Lernens wird in die fünf Es gegliedert: Engage, Explore, Explain, Extend und Evaluate. Die ersten vier Phasen erfolgen nacheinander, während die Evaluate-Phase zu jeder der vier Phasen parallel verläuft (Hofer, Abels & Lembens, 2016). Die Absicht des Phasenmodells beschreibt Bybee folgendermaßen: „Each phase has a specific function and contributes to the teacher’s coherent instruction and the students’ formulating a better understanding of scientific and technological knowledge, attitudes, and skills“ (Bybee, 2009, 4). Die spezifischen Eigenschaften der einzelnen Phasen werden im Folgenden dargestellt. Da die fünfte Phase ein Teil jeder der vier Phasen ist, wird die Funktion der **Evaluate-Phase** im

Anschluss jeder Phase erklärt. Das erste E steht für die **Engage-Phase**. Sie soll das Interesse der Schüler_innen wecken und sie motivieren (Hofer, Abels & Lembens, 2016). Im Zentrum steht die Lehrperson, die durch einfache und kurze Experimente oder Geschichten ein Problem vorstellt (Bybee 2009; Lembens & Abels, 2015b). Der Problemaufriss aktiviert das Vorwissen der Schüler_innen, sodass neue Inhalte an bestehendes Wissen angeknüpft und verarbeitet werden können (Bybee, 2009). Diese Phase dient dazu, die Relevanz des Themas zu begründen und Ziele und Inhalte kommender Unterrichtssequenzen transparent darzulegen (Lembens & Abels, 2015b). In der ersten Evaluate-Phase stellt die Lehrperson die Schülervorstellungen zum Lerninhalt heraus und verschafft sich einen Überblick über das Vorwissen ihrer Lerngruppe (Lembens & Abels, 2015b). Auf diese Phase folgt die **Explore-Phase**. Das eigenständige Erforschen der Schüler_innen steht hier im Mittelpunkt, indem sie eigene Experimente planen, durchführen und sammeln Daten, um die Forschungsfrage beantworten zu können (ebd.). Die „lab activities“ (Bybee, 2009, 5) helfen den Schüler_innen das Vorwissen zu nutzen und ihren Forschungsprozess mit Ideen voranzutreiben. Die Lehrperson nimmt dabei die Rolle des Begleiters ein und gibt Hilfestellungen, damit die Schüler_innen in ihrem eigenständigen Problemlöseprozess vorankommen (Lembens & Abels, 2015b). In der zweiten Evaluate-Phase verschafft sich die Lehrperson einen Überblick darüber, ob die Schüler_innen den Fragen des Forschungszyklus, der im weiteren Verlauf noch erklärt wird, nachgehen und beantworten (Lembens & Abels, 2015b). In der **Explain-Phase** steht die Erklärung der Schüler_innen im Vordergrund. Sie berichten zunächst von ihren Beobachtungen und nutzen dann ihre gesammelten Daten, um ihre Antworten auf die Forschungsfrage zu erklären (ebd.). Die Lehrperson nimmt die Aspekte der Schüler_innen auf und kann neue Inhalte einführen, damit die Erkenntnisse der Schüler_innen fachlich gefestigt werden (Bybee, 2009; Lembens & Abels, 2015b). Die Lehrperson evaluiert in dieser Phase, inwiefern die Schüler_innen ihr Vorwissen nutzen, um ihren Forschungsprozess zu gestalten, damit sie zu neuen Erkenntnissen gelangen. Außerdem wird überprüft, ob die Schüler_innen für ihre Erklärung fachliche Aspekte nutzen und wie sie diese verstanden haben (Lembens & Abels, 2015b). Die letzte **Extend-Phase** gibt den Schüler_innen die Möglichkeit, den neuen Lerninhalt anzuwenden und zu vertiefen (Bybee, 2009; Lembens & Abels; 2015b). Dafür kann die Lehrperson ein ähnliches Thema aufgreifen, welches mit dem gelernten Wissen erklärt werden kann oder sie stellt Transferaufgaben, die neue Problemstellungen beinhalten. In dieser Phase kann die Lehrperson abschließend evaluieren, welches Wissen die Schüler_innen anwenden und wie sie die Vertiefungsaufgaben lösen (Lembens & Abels, 2015b).

Die Kompetenzen der Schüler_innen während der Unterrichtsphasen im 5E-Modell werden Schritt für Schritt im Naturwissenschaftsunterricht aufgebaut. Um der Diversität der Schüler_innen zu begegnen, bietet das Forschende Lernen einen levelbasierten Ansatz (Hofer, Abels & Lembens, 2016). Wie in Kapitel 2.3.1 beschrieben lernen die Schüler_innen nicht nur naturwissenschaftliche Inhalte, sondern auch grundlegende Kompetenzen wie Fragen stellen, Hypothesen entwickeln, Vorgehen planen, Beobachtungen und Daten sammeln, Ergebnisse interpretieren sowie präsentieren und Zusammenhänge herstellen (Abels & Koliander, 2017). Die fundamentalen Fähigkeiten können nach Blanchard, Southerland, Osborne, Sampson, Anetta und Granger (2010) in die drei Schlüsselkompetenzen – Fragen stellen, Daten sammeln und Ergebnisse interpretieren – zusammengefasst und eingeordnet werden. Sie bilden dann die verschiedenen Kategorien des Level-Modells. Die drei Kategorien suggerieren einen Weg, um der Diversität der Lerner_innen zu begegnen und in dem Verantwortungsgrad der Schüleraktivitäten zu variieren (Abrams, Southerland & Evans, 2008). Der Unterschied der Level liegt nach Abels und Koliander (2017) im Grad der Strukturierung durch die Lehrperson, der entsprechend der Vorerfahrungen und Vorkenntnisse an die Lernvoraussetzungen der Schüler_innen angepasst werden kann. Die unterschiedlichen Level ermöglichen einen differenzierten und sukzessiven Erwerb der beschriebenen grundlegenden Fähigkeiten (Abels & Koliander, 2017). Übersichtlich stellen Lembens und Abels (2015a) das Level-Modell in folgender Abbildung dar.

	Fragestellung	Methodenwahl	Interpretation
Level 0: bestätigend	durch LehrerIn	durch LehrerIn	durch LehrerIn
Level 1: strukturiert	durch LehrerIn	durch LehrerIn	durch SchülerIn
Level 2: begleitet	durch LehrerIn	durch SchülerIn	durch SchülerIn
Level 3: offen	durch SchülerIn	durch SchülerIn	durch SchülerIn

Abbildung 1: Level des Forschenden Lernens (Abels & Lembens, 2015, 5, übersetzt nach Blanchard et al., 2010, 581)

Aus der Abbildung 1 kann abgelesen werden, auf welchem Level die Schlüsselkompetenzen von der Lehrperson strukturiert werden oder von den Schüler_innen eigenständig übernommen werden. Demnach können die Level folgendermaßen beschrieben werden:

Auf dem **Level 0** sind alle Schritte durch die Lehrperson vorgegeben, daher bezeichnen Blanchard et al. (2010) den Forschungsprozess als „cookbook“ (ebd., 581). Nach Abels, Lautner und Lembens (2014) eignet sich eine so gestaltete Unterrichtssequenz auf diesem Ni-

veau, um neue Methoden und Materialien einzuführen und Forschungsabläufe zu verinnerlichen und einzuüben. Die Schüler_innen lernen außerdem Versuchsanleitungen zu lesen und diese umzusetzen (ebd., 2014). Versuche auf dem **Level 1** bezeichnen Abels, Lautner und Lembens (2014) als „klassische Schulversuche“ (ebd., 5). Die Fragestellung und die Methodenwahl der Datenerhebung werden von der Lehrperson vorgegeben, die somit eher die Versuchsdurchführung anleitet (Abbildung 1). Die Schüler_innen werden selbst aktiv und übernehmen die Beobachtung des Versuches, sammeln Daten und interpretieren anschließend ihre Ergebnisse (Abels, Lautner & Lembens, 2014). Auf **Level 2** des Forschenden Lernens wird nur noch die Fragestellung von der Lehrperson vorgegeben (Abbildung 1). Die Schüler_innen gestalten den Forschungsprozess eigenständig, entwickeln Hypothesen, planen danach den Versuchsaufbau, führen ihn durch und interpretieren ihre Ergebnisse in Bezug zur Fragestellung (Abels, Lautner & Lembens, 2014). Aus der Abbildung 1 ist zu entnehmen, dass Schüler_innen innerhalb des **Levels 3** alle drei Schritte ohne Vorgaben der Lehrperson übernehmen. Sie entwickeln selbst eine Fragestellung, nach der sie zu einem Ergebnis gelangen. Diese Fragen können sich themenbezogen während der Forschungsprozesse auf vorherigen Leveln ergeben. Dafür wäre es nach Abels, Lautner und Lembens (2014) sinnvoll, Schüler_innen die Möglichkeit zu bieten, solche interessen geleiteten Fragen während des Unterrichts auf einem Plakat zu sammeln.

Insgesamt bietet der levelbasierte Ansatz die Möglichkeit, sogar Aufgaben auf verschiedenen Leveln innerhalb einer Lerngruppe zu stellen (Abels & Koliander, 2017), diese müssen nicht klar zu einem Level abgrenzbar sein (Blanchard et al. 2010). So können komplexe Lernsettings gestaltet werden, die Lehrperson sollte dabei „scaffolding as key“ (Blanchard et al., 2010, 582) nutzen, damit die Schüler_innen den Forschungsprozess logisch gestalten und vorankommen.

Für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht entwickelt Marquardt-Mau (2011) folgenden Forschungskreislauf für das Forschende Lernen, der die grundlegenden naturwissenschaftlichen Kompetenzen des Forschungszyklus abbildet:



Abbildung 2: Forschungskreislauf (Marquardt-Mau, 2011, 37)

Innerhalb des Forschungsprozesses bieten die Symbole den Schüler_innen eine Orientierungshilfe. Die Darstellungsweise als Kreislauf erklärt didaktisch die Zusammenhänge der einzelnen Schritte, wodurch das naturwissenschaftliche Forschen nicht nur als Abbildungsschema deutlich wird, sondern als Methode im Sachunterricht (Abbildung 2). Die Voraussetzung für den Einstieg in den Kreislauf ist die Anknüpfung des Forschungsprozesses an den Unterricht. Als erster Schritt wird eine „Frage“ entwickelt. Der nächste Schritt ist die „Idee“ oder „Vermutung“. Hierbei ist es wichtig, dass jedes Kind eine individuelle Vermutung aufstellt, die später durch das Ergebnis widerlegt oder bestätigt wird. Der Schritt der „Durchführung“ kann in Einzel-, Team- oder Gruppenarbeit verlaufen. Nach Marquardt-Mau (2011) hat es sich bewährt, dies arbeitsgleich oder arbeitsteilig an Stationen durchzuführen, um allen Kindern Erfahrungen mit dem Lerngegenstand zu ermöglichen. Der nächste Schritt aus Abbildung 2 ist das Arbeiten in „Forschungsteams“, die dann gemeinsam die „Beobachtung“ als darauffolgenden Schritt machen. In den Teams kann es zu einem Gedankenaustausch kommen, denn die Beobachtungen sind abhängig von den subjektiven Perspektiven der Lerner_innen. Als nächster Schritt in Abbildung 2 müssen die „Ergebnisse“ festgehalten werden. Es ist in diesem Schritt wichtig, dass alle Schüler_innen Daten sammeln, die sie dann später für die Grundlage der Erklärung nutzen. Sind erst geringe Lese- und Schreibkompetenzen vorhanden, so können Ergebnisse auch aufgeklebt, mit Fotos festgehalten oder durch Symbole dargestellt werden. Als letzter Schritt werden die Schüler_innen angeregt, ihre „Ergebnisse aus[zu]tauschen“ (Abbildung 2), dabei erste Erklärungen zu finden und abschließend zur „Reflexion“ des Forschungsprozesses aufgefordert, damit die Arbeitsweise überdacht wird (Marquardt-Mau, 2011).

Sind die grundlegenden Rahmenbindungen für Forschendes Lernen im Sachunterricht geplant, so können weitere Konzipierungen der Unterrichtsstunde vorgenommen werden. Um heterogenen Lerngruppen zu begegnen, eignen sich Unterrichtsformen, wie projektorientiertes Lernen, Freiarbeit, Werkstattarbeit oder die Stationsarbeit, da bei diesen Formen individuelle Lernprozesse im Fokus stehen (Abels & Koliander, 2017). Diese Formen ermöglichen einen vielfältigen Zugang, da die Kinder Phänomene und Materialien ausprobieren und mit ihnen experimentieren können. Es ist den Schüler_innen freigestellt, wie zeitlich intensiv und produktiv sie an den Unterrichtsmaterialien arbeiten (Lück & Köster, 2006). Innerhalb dieser Unterrichtsformen können verschiedene Arten von Lernunterstützungen – häufig wird als Synonym der englische Begriff „Scaffolds“ verwendet – die Selbstständigkeit der Schüler_innen während der Arbeitsphasen erhöhen (Arnold, Kremer & Mayer, 2017). Saye und Brush (2002) unterscheiden zwei Arten von Lernunterstützungen: Auf der einen Seite gibt es Lernunterstützungen, die durch Lehrer_innen in dynamischen Unterrichtssituationen meistens mündlich erfolgen. Die Schwierigkeit liegt darin, aufmerksam das Problem der Schüler_innen zu diagnostizieren und die Schüler_innen während ihres Lernprozesses unterstützend zu einer Lösung zu bringen. Auf der anderen Seite gibt es Lernunterstützungen statischer Art. Sie können vor dem Unterricht vorbereitet werden, indem auf typische Probleme eingegangen wird. Die fertigen Materialien können so die Lehrperson während der Arbeitsphasen entlasten und sind immer wieder einsetzbar. Die große Chance der statischen Lernunterstützung wird darin gesehen, dass die Schüler_innen sie heranziehen können, um selbstständig ihren Lernprozess zu gestalten (ebd.). Diese können innerhalb des Forschenden Lernens in Form von Hilfskarten, sprachlichen Vereinfachungen, Materialvorgaben oder Visualisierungen eingesetzt werden (Abels & Koliander, 2017).

O’Leary (2016) stellt heraus, dass Visualisierungen in Form von Bildern oder wiederkehrenden Symbolen, wie es auch beim Forschungskreislauf nach Marquardt-Mau (2011) der Fall ist, Verständnisproblemen vorbeugen könne. Sie dienen der Förderung, wenn es um den Versuchsaufbau geht und können zur Forderung genutzt werden, indem der Versuchsaufbau reflektiert werden soll. Symbole und Bilder müssen auch während der Gestaltung der Arbeitsblätter berücksichtigt werden, damit sie weniger textlastig sind und so Schüler_innen besonders in unteren Jahrgangsstufen nicht überfordern (Childs & Ryan, 2016). Daraus lässt sich auch ableiten, dass die Schüler_innen zum Festhalten ihrer Beobachtungen und Ergebnisse nicht nur schreiben, sondern auch Zeichnungen anfertigen können. Fast jede Form der Lernunterstützung ist durch Sprache geprägt. Deshalb ist es auch während des Forschenden Lernens nach Abels und Koliander (2017) notwendig, dass sprachliche Vereinfachungen verwendet werden. Kommunika-

tive Barrieren können dadurch überwunden werden, sodass angemessen auf Ebene der Schüler_innen kommuniziert wird (Gebauer & Simon, 2012). Für die Gestaltung der Arbeitsblätter helfen zusätzlich Satzanfänge, wenn Schüler_innen die deutsche Schriftsprache noch nicht fließend beherrschen (Puddu & Koliander, 2013).

Für den Einstieg in eine Unterrichtseinheit naturwissenschaftlicher Themen kann die Methode „Storytelling“ helfen, damit Schüler_innen einen kognitiven Zugang zum Thema finden können. Das Problem oder das Thema werden bei der Methode innerhalb einer Geschichte formuliert, in der ein Alltagsbezug hergestellt werden kann. Kinder entwickeln so eine Einstellung gegenüber dem Lerngegenstand und entwickeln so erstes Interesse. Aus der Geschichte kann eine erste Fragestellung resultieren, die in die Methode des naturwissenschaftlichen Arbeitens einleitet (Lück, 2009).

Die Lernunterstützungen helfen, das Forschende Lernen auf mehreren Leveln innerhalb einer Lerngruppe anzuwenden und ermöglichen gleichzeitig individuelle Zugänge zum Lerngegenstand. Inwiefern dieses Unterrichtskonzept im inklusiven naturwissenschaftlichen Sachunterricht etabliert werden kann, wird im folgenden Kapitel diskutiert.

2.3.3 Zusammenführung: Inklusiver naturwissenschaftlicher Sachunterricht, Schülervorstellungen und Forschendes Lernen

Im Fokus eines inklusiven naturwissenschaftlichen Sachunterrichts steht, wie bereits erläutert, die Diversität der Schüler_innen. Dementsprechend muss die Lernumgebung gestaltet werden, um aktives und selbstbestimmtes Lernen zu ermöglichen (Kapitel 2.1.2). Alle Schüler_innen sollen am gemeinsamen Lerngegenstand partizipieren können (Abels & Koliander, 2017; Kapitel 2.1.2). Diesen Anforderungen kann das Forschende Lernen entgegen, indem die unterschiedlichen Level individuelle Lernwege in einer heterogenen Lerngruppe zulassen. Puddu und Koliander (2013) gehen davon aus, dass das Alter der Lerner_innen nicht berücksichtigt werden muss, da das Forschende Lernen ein offenes Unterrichtskonzept ist, das individuell Zugänge zum Lerngegenstand schafft.

Der Ausgangspunkt der Schüler_innen kann nur durch die Berücksichtigung der Lernvoraussetzungen bestimmt werden (Kapitel 2.1.2). Es müssen Schülervorstellungen zum Lerninhalt diagnostiziert werden, damit an die Vorstellungen angeknüpft werden kann und diese zu naturwissenschaftlichen Vorstellungen führen (Kapitel 2.2.2). Das Forschende Lernen knüpft durch den levelbasierten Ansatz an die Lernvoraussetzungen an. Die Veränderungen der Schülervorstellungen können sogar durch das 5E-Modell während des Unterrichts beobachtet werden, da

dieser Reflexion, innerhalb der Evaluate-Phase, Raum gegeben wird (Kapitel 2.3.2). Um die Veränderung der Schülervorstellungen zuzulassen, ist eine konstruktivistisch-genetische und kognitiv aktivierende Lernumgebung förderlich (Kapitel 2.2.3). Das Forschende Lernen ist ein konstruktivistisch basierender Ansatz, sodass dieser förderlich für eine Veränderung der Schülervorstellungen angesehen werden kann (Kapitel 2.3.2), was zu überprüfen bleibt.

Wie in Kapitel 2.3.2 beschrieben, können vielfältige Lernunterstützungen dazu beitragen, dass das Lernen selbstbestimmt verläuft und Lernergebnisse auf unterschiedlichem Niveau möglich werden. Dies entspricht auch dem inklusiven Sachunterricht, der keine linearen Lösungswege fordert (Kapitel 2.1.2). Auch die vielperspektivischen Zugänge, die Gebauer und Simon (2012) fordern und die Begegnung der Schülervorstellungen durch Materialien (Kapitel 2.2.3), können durch eine gestaltete Lernumgebung nach dem Forschenden Lernen ermöglicht werden. Wie in Kapitel 2.3.1 beschrieben, bieten unterschiedlich gestaltete Materialien und Lernunterstützungen die Möglichkeit, mehrere Ebenen zu durchlaufen. Inklusiv wird diese Forderung durch die offene und selbstbestimmte Gestaltung der Lernprozesse, sodass nicht alle Schüler_innen den gleichen Lernweg einschlagen (Kapitel 2.1.2; Kapitel 2.3.2).

Das naturwissenschaftliche Verständnis ist bereits bei Schüler_innen im Anfangsunterricht vorhanden, sodass naturwissenschaftlich ausgerichtete inklusive Unterrichtskonzepte im Sachunterricht berücksichtigt werden müssen (Kapitel 2.1.3; Kapitel 2.3.1). Es sollen bereits naturwissenschaftliche Methoden in der Grundschule eingeführt werden, die anschlussfähig für weiterführende Schulen sind (Kapitel 2.1.3). Neben den inhaltlichen Kompetenzen steht im Forschenden Lernen vor allem auch die Einführung wissenschaftlicher Methoden im Vordergrund (Kapitel 2.3.2). Das Forschende Lernen bietet innerhalb des Konzepts sogar Gestaltungsmöglichkeiten wie den Forscherkreislauf, um das Forschen als Methode im Sachunterricht einzuführen (Kapitel 2.3.2).

Aus der Theorie ergibt sich die Annahme, dass das Unterrichtskonzept des Forschenden Lernens den Anforderungen eines inklusiven Sachunterrichts entspricht und die Bedeutung der Schülervorstellungen für den Naturwissenschaftsunterricht anerkennt. Das Kind muss ausgehend von dem eigenen Entwicklungsniveau am gemeinsamen Lerngegenstand partizipieren und das Verständnis weiter zu einem naturwissenschaftlich orientierten Wissen ausweiten. Dafür eignet sich der Ansatz des Forschenden Lernens bereits im Sachunterricht.

Im weiteren Verlauf wird sich die Arbeit mit der Luft auf ein Themenfeld im Sachunterricht beziehen, welches zunächst einer fachlichen Klärung bedarf.

2.4 Luft – Ein Thema im naturwissenschaftlichen Sachunterricht

Ausgehend vom Alltagsphänomen „Luft“ können über lebensweltliche Vorstellungen hinaus elementare physikalische Vorstellungen ausgebildet werden. Schüler_innen machen alltägliche Erfahrungen mit dem Thema „Luft“, wenn sie einen Luftballon aufblasen oder beim Abwaschen Blasen aus der Trinkflasche aufsteigen. Nicht nur Alltagsvorstellungen begründen die Relevanz des Themas im Sachunterricht, sondern auch auf der Grundlage des Unterrichts: Dem niedersächsischen Kerncurriculum (KC) für das Fach Sachunterricht (Niedersächsisches Kultusministerium, 2017b). Das Thema lässt sich im KC in die „Perspektive Natur“ (ebd., 20) in das Themenfeld „unbelebte Natur“ (ebd., 21) einordnen. Die erwarteten Kompetenzen der Schüler_innen liegen Ende Schuljahrgang 2 darin, Fragen zu einfachen Naturphänomenen zu entwickeln und Versuche durchzuführen (ebd.). Ein weiterer Rahmenplan wurde von der GDSU (2013) entworfen: Der Perspektivrahmen. Nach diesem sollen Kinder im Bereich der naturwissenschaftlichen Perspektive Erfahrungen mit der unbelebten Natur und den darunter einzuordnenden physikalischen Vorgängen machen. Sie entwickeln Vorstellungen zum Aufbau der Materie, darunterfallend auch zum Substanzcharakter der Luft. Des Weiteren sollen Schüler_innen Eigenschaften von Stoffen bzw. Körpern kennenlernen und so auch physikalische Eigenschaften von Körpern exemplarisch erfassen und beschreiben (ebd.).

Für die weiterführende Schule gibt es Basiskonzepte der drei Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik. Die Basiskonzepte sollen den Aufbau von naturwissenschaftlichen Fachkonzepten strukturieren (Wodzinski, 2011). Demuth und Rieck (2005) sowie Demuth und Kahler (2007) haben ausgehend von den existierenden Basiskonzepten für die Sekundarstufe versucht, diese für die Grundschule gerecht zu entwickeln. Es sind vier Konzepte entstanden: Erhaltung der Materie, Teilchenstruktur der Materie, Wechselwirkung und Energie (Wodzinski, 2011). „Luft“ als Thema lässt sich in den Bereich der Erhaltung der Materie einordnen. Ein fachlicher Aspekt, den Schüler_innen im Sachunterricht erlernen sollen, sind die Eigenschaften der Luft, sodass sie zu der Erkenntnis gelangen „Luft ist nicht nichts“ (Wodzinski, 2011,10).

2.4.1 Sachanalytische Überlegungen zum Thema Luft

Bei der Luft handelt es sich um einen Stoff, den viele auf den ersten Blick gar nicht der Stoffwelt zuordnen, weil er nicht sichtbar ist (Bertelsmeier & Dalhaus, 2010). In der Alltagssprache wird Luft häufig mit dem Gas Sauerstoff gleichgesetzt. Genauer betrachtet besteht Luft aber aus verschiedenen Gasen. Viele Gase, wie auch die Luft, sind in ihrer Reinform unsichtbar, geruchslos und nicht erstastbar, obwohl sie allgegenwärtig sind. Die Allgegenwärtigkeit der

Luft wird in Form der Atmosphäre deutlich (Welsch, Schwab & Liebmann, 2013). In der Atmosphäre ist Luft chemisch betrachtet ein Gasgemisch, dessen Konzentration sich aus den Hauptbestandteilen 78% Stickstoff, 21% Sauerstoff und 0.09% Edelgasen, zusammensetzt. Weitere Bestandteile sind Nebenbestandteile wie Wasserdampf und Kohlendioxid, kondensierte Phasen, wie Wolkenwasser und Niederschlagswasser und Spurengase, wie Methan. Innerhalb des Gasgemisches befinden sich suspendierte Teilchen, kleine Feststoffe, die fein im Gasgemisch verteilt sind. Die Zusammensetzung aus den Volumenanteilen aller Gase sowie der festen und flüssigen kondensierten Phasen ergeben das Volumen der Luft (Möller, 2003). Da Luft ein Gasgemisch ist, werden im Folgenden die Eigenschaften chemischer Gase, die auf die Luft zutreffen, dargestellt. Gase sind Substanzen aus ungeordneten und sich schnell bewegenden Molekülen bzw. Atomen, die sich bei Standardbedingungen (25°C und 1 physikalische Atmosphäre), im gasförmigen Aggregatzustand befinden (Demtröder, 2018; Welsch, Schwab & Liebmann, 2013). Gase besitzen zwei besondere Eigenschaften: Sie lassen sich beliebig expandieren und komprimieren. Expandieren bedeutet, dass Gase einen ihnen angebotenen Raum einnehmen (Demtröder, 2018). Durch schwache zwischenmolekulare Bindungskräfte können die Atome bzw. Moleküle sich frei und unabhängig bewegen, wodurch eine schnelle Verdünnung im Raum möglich wird (Welsch, Schwab & Liebmann, 2013). Zusätzlich lassen sich Gase durch Einwirkung eines äußeren Drucks, z.B. in Form des Zusammendrückens, bis zu einer bestimmten Grenze komprimieren (Demtröder, 2018). Diese Eigenschaft ist dadurch möglich, dass die Dichte der Luft unter Standardbedingungen um etwa drei Größenordnungen kleiner ist als die der festen oder flüssigen Phase. Das bedeutet, dass zwischen den Molekülen bzw. Atomen ein weiterer Abstand liegt als zwischen Stoffen in festem oder flüssigem Aggregatzustand (Welsch, Schwab & Liebmann, 2013). Der mittlere Abstand der Atome bzw. Moleküle ist dann zehnmal größer und ihre mittlere kinetische Energie (E_{kin}) ist größer als die potentielle Energie (E_{pot}) ihrer gegenseitigen Wechselwirkung (Anziehung und Abstoßung). Sie stoßen elastisch ohne langsamer zu werden gegeneinander. Allerdings haben die E_{pot} und E_{kin} der festen und flüssigen Körper unter Standardbedingungen eine gleiche Größenordnung. Ein Gas lässt sich leichter komprimieren, wenn der Druck kleiner ist (Demtröder, 2018).

2.4.2 Didaktische Überlegungen zum Thema

Die Schüler_innen im Grundschulalter machen bereits vielfältige Erfahrungen mit ihrer physikalischen Umwelt und lernen dadurch Erklärungsansätze physikalischer Phänomene kennen wie Objekteigenschaften oder Materie (Koerber & Sodian, 2011). Luft ist so ein Alltagsphänomen, mit dem die Schüler_innen Vorerfahrungen gemacht haben. Luft ist dabei unsichtbar, so dass die Eigenschaften der Luft von den Schüler_innen als selbstverständlich hingenommen

und selten reflektiert werden. Daher gilt es als besonders wichtig, die Eigenschaften der Luft im Unterricht zu thematisieren (Séré, 2007).

Nach Bertelsmeier und Dalhaus (2010) bieten sich einfach Experimente an, um „[...] Luft als einen Stoff, der Raum einnimmt, erfahrbar“ (ebd., S. 162) zu machen. Die Experimente ermöglichen einen phänomenologisch erfahrbaren Zugang zum Thema (Bertelsmeier & Dalhaus, 2010). So beschreibt auch Wagenschein (1999), dass Kinder sich der Physik mit dem Erleben des Phänomens annähern. In der Grundschule werden nach Köster (2006) solche Gelegenheiten, wie Wagenschein (1999) beschrieb, geschaffen, in denen die Schüler_innen durch eigenes Handeln in Experimentierphasen ein Gefühl für physikalische Phänomene entwickeln. Indem sich die Schüler_innen während der Experimente auf eine Sache fokussieren, bekommen sie die Möglichkeit sinnliche Erfahrungen mit der Luft zu machen (Lück, 2009). Das Experimentieren ist eine Methode, die nicht nur sinnliche Erfahrungen zulässt, sondern auch einige Kompetenzen fördert und fordert. Die Ausführung der Versuchsanleitung erfordert feinmotorische Kompetenzen. Des Weiteren werden soziale Kompetenzen gefordert, wenn Rücksicht auf die Mitschüler_innen genommen werden muss, wenn sie z.B. eigene Beobachtungen machen sollen und nicht die von anderen übernehmen. Müssen ihre Beobachtungen anschließend in Worte gefasst werden, so fördert das Experimentieren auch die sprachlichen Kompetenzen. Außerdem sind kognitive Aktivierungen wichtig, denn um Experimente zu deuten, ist es notwendig, Kausalbeziehungen zu erkennen und Wenn-Dann-Aussagen machen zu können (Lück, 2009).

Aufgrund des Alters und des Lernziels wird folgende didaktische Reduktion vorgenommen: Die Schüler_innen sollen nicht die Zusammensetzung der Luft kennen. Ebenso wenig ist die Unterscheidung zwischen Luft und Sauerstoff für die geplante Unterrichtssequenz relevant. Auch auf die Erklärung der Luft anhand des Teilchenmodells kann aufgrund der Vorerfahrungen und der Klassenstufen verzichtet werden (Wodzinski, 2011). In der Unterrichtsstunde sollen die Schüler_innen grundlegende Eigenschaften der Luft erfahren. Die Schüler_innen sollen lernen, dass Luft nicht nichts ist. Dafür beschränkt sich die Unterrichtssequenz auf die Eigenschaft, dass Luft Raum einnimmt. Diese Eigenschaft kann altersgerecht durch die Experimente, in Kap. 3.1.2 erklärt, für Schüler_innen erfahrbar werden. Sprachlich angemessen für die Kinder ist „Luft braucht Platz“ statt „Luft nimmt Raum ein“, deshalb wird sich darauf im Unterricht beschränkt.

2.4.3 Schülervorstellungen zur Luft

Für Kinder ist nicht selbstverständlich, dass Luft ein Stoff ist wie jeder andere auch, da Luft nicht sichtbar ist. Schüler_innen müssen ein Bewusstsein darüber entwickeln, dass Luft ein

eigener Stoff ist, der einen Raum einnimmt (Greinstetter, 2008). Schülervorstellungen zum Thema „Luft“ sind, wie in Kapitel 2.4.2 beschrieben, durch die Alltagssprache geprägt, da Luft oftmals als „Leere“ oder „Nichts“ bezeichnet wird (Lück, 2009).

Piaget hat anhand von Befragungen mit Kindern ab einem Alter von vier Jahren festgestellt, dass Schüler_innen, wenn sie spontan nach Luft gefragt werden, mit „Luft oder Rauch“ (Séré, 2007, 199) antworten. Fragt man Kinder nach der Existenz von Luft, so sind sie der Meinung, dass sich Luft vor allem draußen befindet (ebd.). Nach Lück (2009) entwickeln Kinder diese Vorstellung durch die Redewendung „Wir gehen nach draußen an die frische Luft“. Weiter beschreiben Kinder nach Séré (2007), dass Luft nicht sichtbar ist und keine Berührung mit ihr möglich sei. Luft ist für Kinder etwas, das zirkuliert und sich so an Orte begibt, wo keine anderen Gegenstände sind (Séré, 2007). Kinder nehmen Luft nur wahr, wenn sie spürbar ist (Möller, 2013). Luft ist verantwortlich für das Geschehen bestimmter Phänomene, wird aber nicht als eigenständiger Stoff oder Materie von Kindern wahrgenommen (Séré, 2007). Nach Demuth & Rieck (2011) können Schüler_innen im Grundschulalter die Vorstellungen entwickeln, dass Luft ein Volumen hat, ein Stoff ist, der sich von Behälter zu Behälter umfüllen lässt und sich in einem „leeren“ Becher befindet. Kinder im Alter von zwölf Jahren beantworten die Frage, ob sich Luft in einem offenen Behälter befinden, überwiegend mit „Ja“. Wird nach dem Inhalt eines geschlossenen Behälters gefragt, so antworten nur noch wenige Kinder korrekt (Séré, 2007). Möller (2013) stellt heraus, dass jüngere Kinder auf die Frage was in einer „leeren“ Flasche ist, mit „Nichts“ antworten. Daraus schließen Kinder, dass sich ein Luftballon ohne Probleme darin aufblasen lässt (Möller, 2013). Eine weitere Erkenntnis, die Séré gewonnen hat, ist, dass Schüler_innen Luft lebendige Attribute zuschreiben. Luft kann sich bewegen und demnach in Räume „hinein kommen“ (Séré, 2007, 200) oder „heraus gehen“ (ebd., 200). Diese Vorstellungen entwickeln sich im Laufe des Kindesalters jedoch weiter, sodass Vorstellungen zu Sprechweisen werden, die eine häufige Verwendung im Alltag finden.

Es ist wichtig, die Schülervorstellungen zum Thema „Luft“ zu kennen, da es grundlegend für viele weitere schulische Themen ist. Im Sachunterricht nimmt Luft bereits eine zentrale Rolle der Themen „Verbrennung“, „Wetter“ oder „Atmung“ ein und ist grundlegend für das spätere Verständnis des Teilchenmodells oder des Gasbegriffes (Barke, 2006).

2.5 Stand der Forschung

Damit Kinder in einer naturwissenschaftlichen und technisch orientierten Gesellschaft partizipieren können, ist naturwissenschaftliche Grundbildung von großer Bedeutung. Diese zeigt sich auch innerhalb der Ergebnisse internationaler Schulleistungstudien, wie PISA (Programme for

International Student Assessment), TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) und IGLU-E (Internationale-Grundschul-Lese-Untersuchung, erweitert um mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen (OECD, 2018; KMK, o.J.a; KMK, o.J.b). Daraufhin wurden nicht nur Bildungsstandards für den Sekundarbereich, sondern auch für den Primarbereich entwickelt, sodass naturwissenschaftliche Grundbildung in den Bildungsplänen verankert ist (GDSU, 2013). Analysen der Sachunterrichtslehrpläne (Einsiedler, 2002; Lück & Risch, 2011) zeigen jedoch, dass naturwissenschaftliche Themen der unbelebten Natur im Vergleich zu biologischen Themen immer noch deutlich unterrepräsentiert auftreten. Entwicklungspsychologische Forschungen zeigen, dass Themen der unbelebten Natur Schüler_innen im Primarbereich zugetraut werden können (Sodian & Mayer, 2013). Lück (2009) stellt heraus, dass das Interesse für naturwissenschaftliche Phänomene im Kindesalter sehr groß ist, jedoch verblassen kann, wenn Antworten ausbleiben. Antworten darauf können im Unterricht gefunden werden, wenn diese Themen der unbelebten Natur verankert sind. Es gibt vielfältige Gründe dafür, warum sie dennoch ausbleiben, z.B. aufgrund einer mangelnden Ausbildung, sodass die Inhalte fachlich nicht durchdrungen wurden, aufgrund einer Hemmschwelle gegenüber Themen unbelebter Natur oder weil in der Schule die Materialien fehlen (Lück, 2009; Marquardt-Mau, 2010). Sind Themen unbelebter Natur im Sachunterricht etabliert, so sind sie häufig der dritten und vierten Klasse vorbehalten, da die Lehrpersonen Schreib- und Lesekompetenzen für einen gelingenden Sachunterricht voraussetzen (Marquardt-Mau, 2010).

Für den Sachunterricht ist eine inklusive Fachdidaktik herauszuarbeiten, sodass alle Kinder an Lerninhalten partizipieren können (Gebauer & Simon, 2012). Nach Seitz (2006) nehmen jedoch mit zunehmender Orientierung an der Praxis die Ansprüche an inklusiven Unterricht sukzessiv ab. Insgesamt fehlt es immer noch an konzeptionellen Konkretisierungen für den Sachunterricht, die sich nicht an den Mindeststandards des KCs oder des Perspektivrahmens orientieren, sondern an differenzierten Kompetenzen (Gebauer & Simon, 2012). Im Bereich der Schülervorstellungen gibt es zusammenfassende Schriften über Schülervorstellungen zu naturwissenschaftlichen Themen, auch zur unbelebten Natur (Müller, Wodzinski & Hopf, 2007). Rott und Marohn (2017) haben in ihrer Studie die Veränderung von Schülervorstellungen von Kindern mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf zum Themenfeld der unbelebten Natur nach dem Unterrichtskonzept „choice²explore“ erforscht.

Es gilt jedoch weiterhin Ansätze zu erforschen, die nach einem weiten Inklusionsverständnis allen Kindern gerecht werden. Für die Diversitätsdimension des Alters gilt es auch für naturwissenschaftliche Kompetenzen, dass sich Kinder gleichen Alters auf unterschiedlichen Stufen

des Erkenntnisgewinns befinden und unterschiedliche Fähigkeiten der Arbeitsorganisation beherrschen (Marquardt-Mau & Hoffmann, 2010). Um verschiedene Lernausgangslagen besser zu berücksichtigen, wird teilweise in jahrgangsübergreifenden Lerngruppen unterrichtet. Entstehen leistungsheterogene Forschungsteams, so zeigen diese eine positive Wirkung für leistungsschwächere und leistungsstärkere Kinder (Marquardt-Mau & Hoffmann, 2010).

Sachunterrichtsdidaktische Aspekte zu altersheterogenen Lerngruppen fehlen aber bisher weitgehend (Schönknecht, 2010).

Das Forschende Lernen ist ein Ansatz, der der Diversität aller Schüler_innen konstruktiv begegnen kann, da er durch die Level verschiedene Strukturierungsgrade in der Unterrichtsgestaltung berücksichtigt (Abels & Koliander, 2017). Blanchard et al. (2010) zeigen, dass Forschendes Lernen lernförderlich im Bereich des Methodenwissens, wissenschaftlichen Denkens und Fachwissens ist. Außerdem eignet sich das Forschende Lernen, um Bildungsstandards im Unterricht aufzugreifen (Bell, 2010). Untersuchungen zu Lernunterstützungen im Forschenden Lernen einer elften Klasse von Arnold, Kremer und Mayer (2017) zeigen, dass leistungsstarke und leistungsschwache von Lernunterstützungen profitieren. Für die Grundschule ergaben jüngste Forschungen, dass sich Lernunterstützungen oder Strukturierungshilfen positiv auf die eigenständige Gestaltung des Forschungsprozesses auswirken. Sie benötigen aber eine langfristige Etablierung im Unterricht, um optimal genutzt werden zu können. Eine negative Konnotation, wie Hilfen oder Tipps sollte vermieden werden, damit Kinder diese ohne Hemmungen nutzen (Minnemann, 2018).

Aus dem aktuellen Stand der Forschung ergibt sich die Forschungslücke im Bereich der Veränderung der Schülervorstellungen in altersheterogenen Lerngruppen zu Themen der unbelebten Natur, die durch inklusive Ansätze wie dem Forschenden Lernen im Unterricht umgesetzt werden. Daraus ergibt sich das Forschungsvorhaben, welches im nächsten Kapitel beschrieben wird.

3 Empirischer Teil

3.1 Forschungsvorhaben

Aus dem aktuellen Forschungsstand und der dargelegten Forschungslücke ergibt sich folgende Forschungsfrage: **„Inwiefern kann eine Unterrichtssequenz nach dem Forschenden Lernen Schülervorstellungen in einer altersheterogenen Lerngruppe verändern?“**

Das Ziel der Arbeit ist es, die Veränderungen der Schülervorstellungen nach einer Unterrichtssequenz nach dem Forschenden Lernen zum Thema „Ist Luft nichts?“ zu analysieren. Dies soll durch folgendes Forschungsvorhaben erreicht werden.

Das Forschungsvorhaben besteht aus einer Interviewstudie zum Thema „Ist Luft nichts?“. Es wird ein Interview-Leitfaden (Anhang 2.1) entwickelt, der vor der Unterrichtssequenz und nach der Unterrichtssequenz identisch, in Form von Einzelinterviews, durchgeführt wird. Die Einzelinterviews werden mit einer Videokamera erfasst und dauern ca. 10 Minuten pro Kind. Die Einverständniserklärungen für die Teilnahme am Interview wurden von den Eltern eingeholt. Für das erste Interview wurden acht Kinder ausgewählt, von denen eine Einverständniserklärung vorlag. Es wurden zunächst doppelt so viele Kinder ausgewählt, falls manche Kinder krankheitsbedingt nicht an der vollständigen Unterrichtssequenz teilnehmen können. Die Unterrichtssequenz (Anhang 3.1), die auf den beschriebenen Unterrichtskonzeptionen in Kapitel 2.3.2 basiert, wird nach dem Forschenden Lernen entwickelt, und in Kapitel 3.1.2. noch genauer erläutert. Sie besteht aus einer Einzel- und einer Doppelstunde. Durchgeführt wird die Einzelstunde identisch in einer ersten und zweiten Klasse, aber jeweils separat in den beiden Lerngruppen. Erst in der Doppelstunde werden die beiden Lerngruppen gemischt. Es entstehen jeweils leistungs- und altersheterogene Forschungsteams aus Klasse 1 und 2, die an einer Stationsarbeit experimentieren. Innerhalb der Stationen forschen die Kinder zu verschiedenen Experimenten, die das Phänomen „Luft braucht Platz“ darstellen.

Für das Forschungsvorhaben wurden leistungsheterogene Kinder von den Klassenlehrerinnen vorgeschlagen, daraus wurden vier Kinder ausgewählt, die an der Unterrichtssequenz komplett teilgenommen haben. Außerdem sind es Schüler_innen, mit denen ich viel zusammengearbeitet hatte und es für wahrscheinlich hielt, dass sie mir ihre Vorstellungen mitteilten (Kapitel 3.1.1). Aus diesen vier Kindern ergaben sich zwei leistungs- und altersheterogene Teams für die Doppelstunde, die ich vorgegeben habe. Nach der Unterrichtssequenz wurde mit diesen Kindern erneut das Interview einzeln geführt.

Die erste Durchführung der Interviews stellten die Prävorstellungen und die zweite Durchführung der Interviews stellten die Postvorstellungen dar, sodass insgesamt die Veränderung innerhalb der Interviews untersucht werden konnte.

Bevor in niedersächsischen Grundschulen eine empirische Erhebung stattfinden kann, muss die Niedersächsische Landesschulbehörde das Forschungsvorhaben genehmigen. Das Vorhaben wurde als „Antrag auf Erhebung“ formuliert und gestellt, sodass eine Genehmigung für die Forschung vom 30.04.2018 vorliegt.

3.1.1 Forschungsfeld

Die Grundschule Drangstedt-Elmlohe, an der die Erhebung für die Masterarbeit stattgefunden hat, ist eine ländlich gelegene Ganztagschule. Die Schulleiterin sowie die beteiligten Lehrerinnen sind mit der Nennung des Schulnamens einverstanden. Die zwei- bis dreizügige Grundschule ist auf zwei Schulstandorte verteilt. Die Klassen 1 und 2 besuchen den Schulstandort Elmlohe, während die Klassen 3 und 4 am Standort Drangstedt unterrichtet werden, dazwischen liegt eine Entfernung von knapp 4 Kilometern. An dem Hauptstandort Drangstedt findet das Nachmittagsangebot statt, welches von Montag bis Donnerstag freiwillig von den Schüler_innen besucht werden kann. Die Grundschule wurde für das Forschungsvorhaben ausgewählt, weil ich dort selbst als pädagogische Mitarbeiterin tätig bin. Deshalb kenne ich auch die Kinder die an der Forschung teilnahmen. Die Erhebung fand ausschließlich am Standort Elmlohe mit einer ersten und einer zweiten Klasse statt. Die erste Klasse besteht aus 18 Kindern im Alter von fünf bis sieben Jahren; zehn Mädchen und acht Jungen. Die zweite Klasse setzt sich zusammen aus acht Mädchen und zehn Jungen im Alter von sieben bis acht Jahren.

Das Sozialverhalten der ersten Klasse ist vorbildlich, sie unterstützen sich gegenseitig und versuchen Konflikte selbstständig zu lösen. Auch das Arbeitsverhalten der Schüler_innen ist positiv, sodass eine angenehme Arbeitsatmosphäre in der Klasse herrscht. Laut Klassenlehrerin ist es im Vergleich zu den anderen ersten Klassen eine sehr leistungsstarke Klasse mit wenigen Ausnahmen. Deshalb achtet sie auf die unterschiedlichen Leistungsstände und erkennt die Diversität in der Klasse an, sodass viel differenziert wird. Noch ist es eine stigmatisierende Differenzierung, da die Aufgaben nach Schwierigkeit und Umfang an einzelne Schüler_innen angepasst und dementsprechend zugeteilt werden. Die Lese- und Schreibkompetenzen sind noch nicht so ausgeprägt, dafür werden die Schüler_innen durch Silbenschrift und Symbole unterstützt. Speziell im Sachunterricht zeigen die Schüler_innen der Klasse eine motivierende Arbeitseinstellung. Sie haben bereits kleinere Experimente durchgeführt, wobei die Besprechung der Aufgaben, Beobachtungen und Erklärungen mündlich im Plenum stattfanden, da die Schreibfertigkeiten noch nicht so weit entwickelt sind.

Es folgen die Lernausgangslagen der ausgewählten Schüler_innen:

Die **Schülerin S.** ist sechs Jahre alt. Für ihr Alter verfügt sie über eine gute Schreib- und außergewöhnlich gute Lesekompetenz. Sie beteiligt sich mündlich häufig am Unterricht. In den Arbeitsphasen arbeitet sie selbstständig, sorgfältig und sehr gründlich. S. hat eine hohe Konzentrationsfähigkeit, wodurch sie sich ausdauernd mit einem Sachverhalt beschäftigen kann.

Sie kann bereits komplexe Zusammenhänge verstehen. Außerdem bringt sie ein großes Vorwissen mit, besonders im naturwissenschaftlichen Bereich. S. zeigt außerdem gute soziale Kompetenzen, sodass sie gut in Teams arbeiten kann und die Verantwortung übernimmt.

Der **Schüler P.** ist sieben Jahre alt. P. hat eine eher geringe Lese- und Schreibkompetenz, kann sich aber einzelne Buchstaben erschließen und teilweise Wörter schreiben. Er ist eher zurückhaltend und still, was sich auch in seiner mündlichen Mitarbeit zeigt, da er sich kaum am Unterricht beteiligt. Auch bei Leistungsaufforderungen zieht er sich zurück, was in eine Angst in Leistungssituationen zu versagen übergeht, sodass er kaum Vertrauen in sich und seine Leistungen hat. P. braucht oftmals Unterstützung, wenn es um das Verstehen neuer Aufgabenformate geht. Während der Arbeitsphasen arbeitet er wenig ausdauernd und kaum zielführend, da er sich häufig ablenken lässt und nicht konzentrieren kann. In Gruppenarbeiten zieht er sich eher zurück und trifft keine Entscheidungen im Arbeitsprozess. Trotzdem ist er unter gleichaltrigen nach einer Kennenlernphase sehr offen und hat auch Freunde in der Klasse. P. zeigt ein Interesse im Sachunterricht, vor allem an technischen Inhalten.

In der zweiten Klasse herrscht größtenteils ein angenehmes Arbeitsklima. Teilweise wird dies durch ein auffälliges Sozialverhalten dreier Schüler gestört, die besonders viel Aufmerksamkeit benötigen. Es ist eine sehr heterogene Lerngruppe mit wenigen leistungsstarken Kindern und einigen leistungsschwachen Schüler_innen. Positiv ist anzumerken, dass sich die eher leistungsschwachen Schüler_innen eigenständig Unterstützung holen. Differenziert wird überwiegend stigmatisierend und beschränkt auf den Umfang der Materialien. Die leistungsschwachen Schüler_innen bekommen überwiegend im Mathematik- und Deutschunterricht wenige und leichtere Aufgaben zugeteilt. Leistungsstärkere Schüler_innen haben schwierigere Aufgaben und haben ein weiteres offenes Angebot an Aufgaben in Mathematik und Deutsch im Klassenraum zur Verfügung. In Gruppenarbeiten und der Sitzordnung wird darauf geachtet, leistungsheterogene Paare zu bilden. Dabei wird auch das Sozialverhalten berücksichtigt, um Konflikten vorzubeugen und die Produktivität der Gruppenarbeiten zu fördern. Insgesamt im Sachunterricht ist die Lernbereitschaft gegenüber neuen Lerngegenständen hoch, da sie diese entdecken wollen. Die Klasse hat bereits kleine Experimente zu den Themen „Auge“ und „Sinne“ durchgeführt.

Es folgen die Lernausgangslagen der ausgewählten Schüler_innen:

Die **Schülerin L.** ist 8. Jahre alt. L.s Arbeitsverhalten ist sehr ausdauernd, selbstständig und konzentriert. Sie kann sogar schwierige Aufgaben selbstständig lösen. Ihre Schreibkompetenz ist dem Alter entsprechend gut ausgeprägt, sodass sie ihre Aufgaben meistens korrekt und in

einem angemessenen Arbeitstempo erledigt. Die gute mündliche Mitarbeit zeichnet sich in der Qualität und Quantität der Beiträge aus. Die Schülerin ist außerdem hilfsbereit und versucht, andere Kinder während des Unterrichts zu motivieren. Dadurch lässt sich auch ihr Engagement in Gruppenarbeiten erklären, in denen sie effektiv mit anderen Kindern zusammenarbeiten kann. Im Sachunterricht zeigt sie eine hohe Motivation und ist in der Arbeit an kleinen Projekten sehr ehrgeizig.

Der **Schüler M.** ist 8 Jahre alt. Er erledigt seine Aufgaben sehr sorgfältig und zuverlässig, benötigt dafür aber mehr Zeit als andere Kinder. Aufgrund des Migrationshintergrundes hat er teilweise Verständnisprobleme innerhalb der Aufgabenstellungen, sodass er die Gestaltung der Arbeitsschritte mit Symbolen gewohnt ist. Daher weist er auch im Vergleich zu anderen Kindern Defizite in der Schriftsprache auf. Seine mündliche Mitarbeit im Unterricht zeichnet sich eher durch die Qualität der Beiträge als durch die Quantität aus. Überwiegend zeigt er ein eher zurückhaltendes und schüchternes Verhalten im Unterricht. Er orientiert sich an wenigen Freunden, sodass sich dies auch auf seine Motivation in Gruppenarbeiten auswirkt. Kann er gemeinsam mit Freunden am Lerngegenstand arbeiten, so beeinflusst dies sein Arbeitsverhalten positiv. Er übernimmt jedoch nie die Verantwortung in Gruppenarbeiten, sodass er sich eher in den Hintergrund der anderen Kinder stellt.

Insgesamt bringen die Lerngruppen wenige Erfahrungen mit naturwissenschaftlichen Themen mit. Forschungsphasen, wie sie im Forschungskreislauf (Kapitel 2.3.2) enthalten sind, wurden nicht explizit im Sachunterricht thematisiert. Zum Thema „Luft“ haben beide Lerngruppen in der ersten Klasse Erfahrungen mit den Inhalten „Atmung“ und „Lunge“ gemacht, sodass sie wissen könnten, dass Menschen Luft zum Atmen brauchen. Weitere Aspekte des Themas waren bisher kein Lerngegenstand im Sachunterricht.

3.1.2 Konzeption der Unterrichtssequenz „Ist Luft nichts?“ – Didaktische und Methodische Überlegungen

Die Unterrichtssequenz „Ist Luft nichts?“ besteht aus einer Einzel- und einer Doppelstunde (Anhang 3.1). Sie wird nach den in Kapitel 2.3.2 erläuterten Gestaltungsmöglichkeiten nach dem Forschenden Lernen konzipiert. Die erste Unterrichtsstunde wird jeweils getrennt in der ersten und zweiten Klasse, aber mit identischem Inhalt und Ablauf, durchgeführt. Die Doppelstunde findet im Rahmen einer Stationsarbeit statt, die in den Klassenräumen der ersten und zweiten Klasse aufgebaut wird. Insgesamt nehmen alle Schüler_innen der ersten und zweiten Klasse teil, sodass 18 leistungs- und altersheterogene Forschungsteams entstehen und am gemeinsamen Lerngegenstand „Luft braucht Platz“ experimentieren. Die Schüler_innen sollen

folgendes Lernziel anhand der Unterrichtssequenz erreichen: *„Die Schüler_innen erkennen, dass Luft nicht nichts ist, sondern ein Gegenstand der Platz braucht, indem sie verschiedene Experimente zur Eigenschaft „Luft nimmt Raum ein“ durchführen.*

Die Einzelstunde wird als Einführung in das Thema genutzt. Laut Kapitel 2.3.2 ist sie die Engage-Phase. Kennzeichen dieser Phase ist, dass die Lehrperson im Zentrum steht (Kapitel 2.3.2). Es ist für die erste Klasse eine erste Stunde und für die zweite Klasse die dritte Stunde nach der großen Pause, sodass die Lehrperson genug Zeit hat, einen Materialtisch vorzubereiten (Anhang 3.2). Die Schüler_innen betreten demnach eine vorbereitete Lernumgebung, die den Zugang zum Lerngegenstand erleichtert (Kapitel 2.3.3). Die Schüler_innen werden aufgefordert, die Materialien zu benennen, sodass ein erster Sprechanlass inszeniert wird (Kapitel 2.1.3). Anschließend wird anhand des Storytellings das Problem eingeführt (Kapitel 2.3.2). Die Lehrperson erzählt den Kindern die Geschichte von den Gummibärchen, die den Wunsch haben, tauchen zu gehen, ohne nass zu werden (Anhang 3.1). Das Interesse der Schüler_innen wird geweckt und zugleich wird Betroffenheit bei den Kindern ausgelöst. Die Schüler_innen nennen Vermutungen, wie sie das Problem lösen können. Die Lehrperson macht deutlich, dass sie das Problem nur als Forscher_innen lösen können und deshalb bestimmte Forschungsphasen einhalten müssen.

Die Lehrperson führt so das Experimentieren als naturwissenschaftliche Methode ein und pinnt die Symbole des Forschungskreislaufes an die Tafel (Anhang 3.3). Da die Phasen den Schüler_innen nicht vertraut sind, beschränkt sich der Forschungskreislauf auf die zentralen Phasen: Frage, Vermutung, Durchführung, Beobachtung, Festhalten des Ergebnisses und Erklärung. Innerhalb der Unterrichtssequenz stellt dies das Tafelbild dar (Anhang 3.3). Die Symbole werden repräsentativ für die Forschungsphasen auf den Arbeitsblättern verwendet und dienen als Orientierungshilfe im Forschungsprozess. Die Schüler_innen sollen in der Engage-Phase den Fokus auf die Beobachtungen legen und noch nicht eigenständig handeln. Um die Explore-Phase vorzubereiten, bekommen die Kinder ein Arbeitsblatt (Anhang 3.4), das den gleichen Aufbau hat wie die Forschungsarbeitsblätter der Explore-Phase (Anhang 3.7). Der Aufbau der Arbeitsblätter wird im Folgenden in der Explore-Phase genauer betrachtet. Das erste Arbeitsblatt dient aber auch der Vollständigkeit, um Prozesse der naturwissenschaftlichen Methode zu festigen (Kapitel 2.3.2). Deshalb bekommen die Schüler_innen nicht nur die Möglichkeit, ihre Beobachtungen festzuhalten, sondern auch erste Erklärungen für das Phänomen zu suchen. Diese kurze Explore-Phase wird am Ende der Engage-Phase vorgezogen, damit die Schüler_innen nicht

frustriert und ohne Erklärungen aus dem Unterricht gehen. Die Lehrperson hält korrekte Äußerungen der Schüler_innen fest und legt in den Erklärungen Wert darauf, dass Luft Platz braucht (Anhang 3.1). Die Lehrperson kann am Ende der Stunde evaluieren, welche Kompetenzen die Schüler_innen in Bezug zum Forschungskreislauf haben und welches Vorwissen sie mitbringen.

Die Doppelstunde wurde aufgeteilt in ca. eine Stunde Explore-Phase und 20 Minuten Explain-Phase. In der Explore-Phase steht wie in Kapitel 2.3.2 die eigenständige Erarbeitung der Schüler_innen am Lerngegenstand. Die Stationsarbeit eignet sich, heterogenen Lerngruppen zu begegnen, sodass die Schüler_innen individuelle Forschungsprozesse gestalten können (Kapitel 2.3.2). Des Weiteren können die Schüler_innen in Form einer Stationsarbeit vielfältige Erfahrungen zum Thema „Luft braucht Platz“ machen. Die Stationen sind unabhängig voneinander und bauen nicht aufeinander auf, sodass die Kinder frei wählen können, mit welcher Station sie starten. Die Stationen sind bereits in den Klassenräumen auf Gruppentischen aufgebaut, sodass die Stationen fest am Tisch bleiben und die Forschungsteams die Plätze wechseln. Auf den vorbereiteten Forschungstischen liegen die Materialien für die Versuche, die Stationskarten und Forschungsmaterialien (Anhang 3.5; Anhang 3.6). Alle Schüler_innen bekommen vorab ein vorbereitetes Forschungsheft „Forschungsstationen (Anhang 3.5; Anhang 3.7). Es besteht aus einzelnen Arbeitsblättern, die zusammengeheftet wurden, damit es zu keinem Verlust einzelner Blätter kommt und so alle Kinder auf alle Stationen vorbereitet sind. Die Arbeitsblätter sind für Klasse 1 und 2 identisch gestaltet. Ein einziger Unterschied besteht darin, dass auf in den vorgedruckten Schreibfeldern für Klasse 1 ein Haus eingetragen ist. Dieses Haus wurde aus dem Deutschunterricht als Orientierungshilfe übernommen, damit sie wissen, wie sie die Buchstaben in die geteilten Zeilen einzutragen haben (Anhang 3.8). Im Folgenden wird kurz der Aufbau des Heftes „Forschungsstationen“ und die darin enthaltenen Arbeitsblätter beschrieben (Anhang 3.5):

Die erste Seite ist eine Übersicht der Stationen, indem die Kinder einen Smiley anmalen sollen, wenn sie die Station bereits erledigt haben. Diese Symbole sind den Schüler_innen bekannt, ein lachender Smiley steht für „Station erledigt“ ein trauriger Smiley steht für „Station nicht erledigt“. Ebenfalls ist den Kindern bekannt, dass die nummerierten Stationen Pflichtstationen sind und die Stern-Station die Zusatzstation ist, die erst nach den Pflichtstationen bearbeitet werden darf.

Station 1: Die Taucherglocke

Die Schüler_innen haben ein Becken mit Wasser, ein Taschentuch und einen Becher zur Verfügung. Die Schüler_innen sollen zunächst ihre Vermutungen zu der vorgegebenen Forschungsfrage „Was passiert mit dem Taschentuch?“ notieren. Auf diesem Arbeitsblatt ist dafür ein Satzanfang „Das Taschentuch...“ vorgegeben, damit die Schüler_innen das schwierige Wort „Taschentuch“ nicht schreiben müssen und die Gedanken angeregt werden (Kapitel 2.3.2). Sie sollen dann den Versuch nach Anleitung durchführen und genau beobachten. Abschließend sollen sie ihr Ergebnis notieren oder aufmalen

Station 2: Luft umfüllen

Die Materialien für diesen Versuch sind ein Becken mit Wasser, eine Flasche und ein Becher. Die Schüler_innen haben zunächst wieder die Aufgabe, ihre Vermutungen zu der Frage „Was passiert mit der Luft in der Flasche?“ zu notieren. In diesem Fall sind vier Möglichkeiten vorgegeben, aus denen sie ihre Vermutungen ankreuzen können, damit die Schüler_innen nicht zu viel notieren müssen. Sie führen den Versuch durch und sollen ihre Beobachtungen in eine vorgegebene Skizze einzeichnen. Abschließend sollen sie wieder ihre Ergebnisse notieren oder aufmalen.

Station 3: Luftballon in einer Flasche aufblasen

Die Schüler_innen haben eine Flasche, eine Flasche mit Loch und einen Luftballon zur Verfügung. Die Fragestellung lautet: „Kannst du den Luftballon in der Flasche aufblasen?“. Als erstes sollen sie vermuten, in welcher Flasche sie den Luftballon aufblasen können. Für die Vermutung sind zwei Bilder der Versuchsaufbauten vorgegeben, aus denen sie auswählen sollen und ankreuzen. Sie haben die Aufgabe den Versuch nach Anleitung durchzuführen. Zunächst soll der Luftballon in der Flasche ohne Loch, dann mit Loch aufgeblasen werden. Die Schüler_innen beobachten und notieren oder malen ihre Ergebnisse auf.

Station 4: Verstopfter Trichter

Die Fragestellung der vierten Station ist „Was passiert mit dem Wasser?“. Die Kinder sollen ihre Vermutung in Form eines Bildes ankreuzen; entweder es fließt in die Flasche mit oder ohne Knete. Sie führen den Versuch nach Anleitung durch. Einmal kippen sie Wasser in einen Trichter, der lose auf einer Flasche sitzt, und einmal in einen Trichter, der mit Knete am Flaschenhals abgedichtet ist. Sie beobachten und notieren ihre Ergebnisse oder malen diese auf.

Station *: Wasser in der Flasche

Die Schüler_innen untersuchen die Frage „Was passiert mit dem Wasser?“. Dafür haben sie eine Flasche mit Deckel und abgeschnittenem Boden und ein Becken mit Wasser zur Verfü-

gung. Die Versuchsanleitung lautet, den Deckel auf die Flasche zu schrauben und mit der Öffnung in das Wasserbecken zu tauchen. Dann soll der Deckel abgeschraubt werden und die Schüler_innen sollen beobachten, was passiert. Anschließend wird der Deckel auf die Flasche geschraubt und die Flasche ein Stück aus dem Becken gezogen. Die Schüler_innen sollen ebenfalls beobachten, was passiert. Zum Schluss notieren sie ihre Ergebnisse oder malen sie auf.

AB Erklärung: „Ist Luft nichts?“

Abschließend sollen die Schüler_innen die vorgegebene Frage beantworten. Dafür sollen sie die Ergebnisse aus den Versuchen heranziehen. Sie haben wieder die Möglichkeit, aufzuschreiben oder aufzumalen. Am Ende sollen die Kinder erklären, dass Luft nicht Nichts ist, sondern Platz braucht. Die Möglichkeit, die Erklärung so offenzulassen, lässt vielfältige Lösungsmöglichkeiten zu. Es müssen nicht alle Schüler_innen zu gleichen Erklärungen kommen, vielmehr können sie sich auf ihre eigenen Erfahrungen beziehen. Sie könnten erklären, dass Luft in dem Becher Platz braucht und deshalb das Wasser nicht in den Becher gelangen kann. Sie könnten auch erklären, dass Luft nicht Nichts ist, weil, da wo Luft ist, kein anderer Gegenstand sein kann. Für diese Erklärung könnten sie den Trichterversuch heranziehen, da in die Flasche kein Wasser fließen kann, weil darin bereits Luft ist und den Platz in der Flasche einnimmt.

Während der Stationsarbeit hängt in beiden Klassenräumen der Forschungskreislauf, wie oben abgebildet, an der Tafel. Die Symbole sind auf den Arbeitsblättern bei der dazugehörigen Forschungsphase vertreten, sodass die Teams sich während ihres Forschungsprozesses daran orientieren können. Als weitere Unterstützung des Forschungsprozesses können die Schüler_innen Forschungsmaterialien heranziehen. Sie werden als „Forschungsmaterialien“ betitelt, damit keine negative Konnotation damit verbunden wird (Kapitel 2.5). Sie sollen den Schüler_innen Selbstständigkeit und individuelle Forschungsprozesse ermöglichen. Forschungsmaterialien sind in Form von Umschlägen pro Station vorhanden. Auf dem Umschlag ist das Symbol der Forschungsfrage gedruckt, sodass die Kinder pro Station und pro Forschungsphase innerhalb der Unterstützung frei wählen können. Da die Lesekompetenz in Klasse 1 und 2 noch nicht so ausgeprägt ist, kann durch Symbole oder Bilder Verständnisproblemen vorgebeugt werden (Kapitel 2.3.2). Der Versuchsaufbau ist nicht nur auf den Stationskarten als Skizze abgebildet, sondern im Umschlag auch als Foto vorhanden. Hier wird jeder einzelne Schritt der Versuchsdurchführung in Form eines Fotos, das selbstaufgenommen wurde, abgebildet (Anhang 3.9). Pro Station befindet sich auch ein Umschlag auf dem Stationstisch mit dem Symbol für die Forschungsphase der Ergebnisse (Anhang 3.9.2). Daraus können sie vorgefertigte Sätze entnehmen und entsprechend auf das Arbeitsblatt aufkleben. Des Weiteren ist pro Station ein Umschlag vorbereitet, auf dem das Symbol der Erklärung abgebildet ist. Die Schüler_innen haben

die Möglichkeit, einen Satz daraus auszuwählen und auf ihr Erklärungsarbeitsblatt zu kleben (Anhang 3.9.3) Das ermöglicht eine Differenzierung im Bereich der Schreibkompetenz, aber auch in der Komplexität des eigenständigen Interpretierens der Ergebnisse. Die eigene Erklärung des physikalischen Phänomens könnte für einige Kinder zu schwer sein. Ein weiteres Forschungsmaterial sind die Wortspeicher, worin schwierige Begriffe in Silbenschrift enthalten sind. Sie erleichtern so Sprach- und Schreibprozesse. Die Kinder können die Wörter als Vorlage zum Vorlesen oder Abschreiben nutzen (Anhang 3.9.4). Die Lehrperson kann in dieser Unterrichtsphase evaluieren, wie weit die Schüler_innen im wissenschaftlichen Arbeiten sind, welche Forschungsphasen eingehalten werden. Außerdem kann reflektiert werden, welche Stationen dem Alter der Kinder angemessen sind und ob die Handhabung der Materialien einfach ist.

In der Explain-Phase werden die erarbeiteten Ergebnisse erklärt. Als Grundlage dafür dient das letzte Arbeitsblatt im Forschungsheft. Dennoch stehen in der letzten Unterrichtsphase die individuellen Erfahrungen der Schüler_innen und deren Erklärungen im Zentrum. Die Lehrperson leitet diese durch Fotos der Versuche am Activeboard ein. Durch die gemeinsame Erklärung aller Versuche ist es nicht schlimm, wenn nicht alle Kinder alle Stationen geschafft haben. Die Lehrperson lenkt immer wieder darauf hin, dass die Erklärung aller Versuche die ist, dass Luft Platz braucht. Die Schüler_innen können dafür ihre Beobachtungen und Besonderheiten der Experimente nennen. Insgesamt kann die Lehrperson in dieser Phase evaluieren, welche fachlichen Aspekte die Schüler_innen für die Erklärung verwenden. Außerdem kann reflektiert werden, welche Stationen sich für die Erklärung der Ausgangsfrage besonders gut im Sinne der Kinder eignet.

Als Extend-Phase steht die Station*. In dieser liegt der Fokus darauf, die Erkenntnisse der anderen Versuche für die Erklärung des neuen Versuches zu nutzen. Die Schüler_innen können die erlernten Eigenschaften der Luft in Form eines weiteren Experimentes vertiefen. Die Lehrperson kann hier evaluieren, welches Wissen die Schüler_innen anwenden können.

Die Ausgangssituation der Unterrichtskonzeption ist folgende: Die Schüler_innen haben eine vorgegebene Fragestellung und einen vorgegebenen Versuchsaufbau, den sie anhand eines Versuches durchführen sollen. Die Eigenständigkeit der Schüler_innen liegt darin, ihre Ergebnisse selbstständig zu erklären. Schaffen sie dies nicht, so können sie durch Forschungsmaterialien eine vorgegebene Erklärung aufkleben und heranziehen. Daher ist es ein Forschungsprozess auf Level 1 des Forschenden Lernens mit Differenzierung und Möglichkeit der Bearbeitung auf Level 0 (Abbildung 1).

3.2 Forschungsmethodisches Vorgehen

Für die Erhebung von Schülervorstellungen eignen sich nach Kattmann (2007) z.B. folgende qualitative Erhebungsmethoden: ein themenzentriertes Interview, eine Videobeobachtung oder eine Gruppendiskussion. Für die empirische Untersuchung wird ein Leitfadeninterview verwendet. Die Daten der qualitativen Erhebungen können anhand der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) dargestellt und ausgewertet werden.

3.2.1 Erhebungsmethode

Die Erhebungsmethode ist das teilstandardisierte Leitfaden-Interview. Im Verlauf des Kapitels werden die Besonderheiten der Interviews mit Kindern beschrieben, die beachtet werden müssen. Dann wird der Leitfaden vorgestellt und die Erwartungen dazu dargelegt.

3.2.1.1 Interviews mit Kindern führen

Mit der Erhebungsmethode des Leitfadeninterviews sollen Schülervorstellungen zum Thema „Ist Luft nichts?“ erhoben werden. Für Vogl (2015) stellt eine Interviewsituation für Kinder keine alltägliche, sondern eine besondere Kommunikationsform dar. Deshalb können erfahrungsnahe oder alltägliche Themen den Zugang zu den Gedanken der Schüler_innen vereinfachen. Nicht nur die Themen, sondern auch das Autoritätsverhältnis innerhalb der Interviewsituationen gilt es zu berücksichtigen. Es dürfen keine Hemmungen der Kinder vorhanden sein, die die Bereitschaft der Teilnahme am Interview beeinflussen, und auch keine soziale Erwünschtheit, die die Antworten beeinträchtigen würde. Sind die Grundbedingungen vorhanden, so dürfen auch die Anforderung an die Fähigkeiten der Schüler_innen während qualitativer Interviews nicht unterschätzt werden. Es wird von Kindern verlangt, dass sie ihre Antworten nachvollziehbar verbalisieren können (Lamnek, 2010). Besonders bei jüngeren Kindern kommt es noch zu Lücken im Wortschatz und Problemen in der Bedeutungsäquivalenz, denn die Bedeutung der Fragen und Antworten ist für Interviewer_innen und Kinder nicht immer gleich. Außerdem haben Kinder noch häufig Probleme, Erklärungen bestimmter Sachverhalte darzustellen. Deshalb sollte die Altersuntergrenze für Interviews mit Kindern zwischen vier und fünf Jahren liegen und ein nonverbales Interview zwischen zehn und 15 Minuten dauern (Vogl, 2015). Entwicklungsunterschiede der Kinder können Interviewer_innen, in Form der Offenheit und Flexibilität und den methodisch angemessenen Zugängen berücksichtigen (Petermann & Windmann, 1993). Bei Interviews mit Kindern können häufig auch unterstützende Materialien zur kognitiven Aktivierung und zur Reduktion des verbalen Teils genutzt werden. Die Materialien bieten eine methodische Unterstützung zusätzlich zu den Fragen, um die Erhebung der Daten zu erleichtern. Sie können eine „kommunikationsanregende Funktion“ (Vogl, 2015, 71)

haben, die durch visuelle Reize wie Bilder erweitert werden können. Das Zusatzmaterial kann auch eingesetzt werden, um das Verständnis der Fragen zu verdeutlichen. Es ist sinnvoll, dieses Material in Interviews zu verwenden, wenn identische Handlungen durchgeführt wurden (ebd.). Zusätzlich können auch Zeichnungen innerhalb der Interviews mit Kindern eingesetzt werden, damit Schüler_innen Gedanken auf nonverbale Art darstellen können. Für Kinder ist Malen oft eine motivierende und natürliche Form der Darstellung ihrer Gedankengänge, die in verschiedenen Entwicklungsstufen möglich ist, weshalb Vogl (2015) sie als „inklusive und partizipative Form“ (ebd., 71). bezeichnet. Die Zeichnungen können mithilfe zusätzlicher Erläuterungen der Schüler_innen interpretiert werden, um die subjektive Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten (ebd.).

Die Interviews werden videographiert, damit die Daten immer wieder abrufbar sind. Das ermöglicht eine Analyse der Daten nach gesetzten Schwerpunkten (Tuma & Schnettler, 2014). Es können nicht nur Aussagen, sondern auch Handlungen während der Analyse berücksichtigt werden. Dennoch kann die Videographie die natürliche Situation einschränken, da Kinder wissen, dass ihre Aussagen aufgezeichnet und dadurch beeinflusst werden (Flick, 2002).

3.2.1.2 Teilstandardisiertes Leitfaden-Interview

Das Kennzeichen eines teilstandardisierten Leitfaden-Interviews ist ein vorab formulierter Fragenkatalog, auch Leitfaden genannt (Flick, 2002). Teilstandardisiert sind Interviews dann, wenn bestimmte Themen im Interview in jedem Fall behandelt werden. Um dennoch die Offenheit der Antworten zu gewährleisten, besteht der Interview-Leitfaden zum größten Teil aus offenen Fragen und ermöglicht damit Einblick in subjektive Theorien der Befragten (Vogl, 2015). An dem Leitfaden können sich Interviewer_innen orientieren, entscheiden aber selbst in welcher Reihenfolge die Fragen eingesetzt werden (Flick, 2002). Vorteil des Leitfaden-Interviews ist es, dass Interviewer_innen so subjektbezogen auf die Aussagen der Befragten reagieren und wenn nötig, vertiefende Nachfragen stellen können (ebd.). Für Interviewer_innen könnte dies eine Herausforderung darstellen, da innerhalb des Interviews „Kommunikativität und Natürlichkeit der Situation“ (Vogl, 2015, 56) gewährleistet werden muss. Interviewer_innen müssen den Kommunikationsfluss erkennen und sensibel auf die Antworten reagieren (Flick, 2002). Dabei sollte der Leitfaden nicht stur abgelesen werden, sondern lediglich als Orientierungshilfe und Wendung für das Interview dienen, wenn der Kommunikationsfluss stockt (Flick, 2002; Vogl, 2015). Des Weiteren bietet ein Interview-Leitfaden eine begrenzte Anzahl an Fragen und wird dadurch für Interviewer_innen übersichtlich und anwendbar.

3.2.1.3 Aufbau und Erwartungen

Ein Leitfaden-Interview verläuft häufig in drei Phasen: Einleitung, Hinführung und Hauptteil (Vogl, 2015). Im Folgenden wird der konzipierte Leitfaden zum Thema „Ist Luft nichts?“ in die Bestandteile gegliedert und die Erwartungen zu jedem Bereich dargestellt (Anhang 2.1; Anhang 2.2).

In der **Einleitung** wird kurz das Interesse der Forschung benannt, das Einverständnis zur Teilnahme eingeholt und die Erwartungen dargelegt (Vogl, 2015). Außerdem wird darauf hingewiesen, dass die Kinder einen Zettel und Stift zur Verfügung haben, um ihre Gedanken aufzumalen.

Die **Hinführung** erleichtert den thematischen Einstieg für die Kinder und aktiviert sie. Als „Eisbrecher“, um das Interesse der Kinder zu wecken werden Bildkarten verwendet, auf denen verschiedene Gegenstände abgebildet sind. Es wird darauf geachtet, dass es überwiegend alltägliche Gegenstände sind, die Kinder auch schon im Alter von 5-8 kennen. Relevante Bildkarten für die Unterrichtseinheit sind: Das Glas, das Glas mit Deckel, die Taucherglocke und die Luftballons. Es wird aus den bekannten Schülervorstellungen aus Kapitel 2.4.3 erwartet, dass Schüler_innen auf der Bildkarte mit den Luftballons Luft sehen, auf den restlichen nicht. Nach der beschriebenen Unterrichtssequenz in Kapitel 3.1.2 sollten die Schüler_innen im zweiten Interview alle relevanten Bildkarten mit Luft verbinden. Des Weiteren werden Fragen allgemein zur Luft gestellt. Im ersten Interview wird erwartet, dass Kinder in der ersten und zweiten Klasse wissen, dass Luft etwas ist, was Menschen zum Atmen brauchen (Kap. 3.1.1). Außerdem wird angenommen, dass Kinder Luft als etwas erkennen das existiert, sich aber in unterschiedlicher Art wie Rauch oder Wind beschreiben oder auch aufzeichnen lässt (Kap. 2.4.3). Nach den bekannten Schülervorstellungen aus Kapitel 2.4.3 wird außerdem erwartet, dass Kinder ein offenes Glas als „leer“ bezeichnen, indem nichts enthalten ist. Es wird nicht erwartet, dass Kinder wissen, dass Luft ein Gas ist oder das Teilchenmodell als Zeichnung verwenden können. Nach dem zweiten Interview wird erwartet, dass Schüler_innen Skizzen der Versuche verwenden könnten, um Luft zu zeichnen. Weiter wird angenommen, dass nach der Stationsarbeit Luftblasen als eine sichtbare Form von Luft benannt wird oder Luft im Becher sichtbar wird, wenn dieser mit der Öffnung ins Wasser getaucht wird (Kap. 3.1.2).

Im **Hauptteil** des Interviews werden Fragen in Form von Themenblöcken zu den Versuchen der einzelnen Stationen gestellt (Kap. 3.1.2). Um den Zugang zu erleichtern, sind die Materialien während des Interviews vorhanden, sodass auch der Versuchsaufbau nachgestellt werden kann. Eine eigenständige Durchführung der Kinder wird vermieden, damit der Fokus auf die

Verbalisierung der Gedanken gelegt wird. Im ersten Interview wird erwartet, dass die Schüler_innen ihre Vermutungen äußern und ihr Nicht-Wissen betiteln. Bei der ersten Station (Taucherglocke) kann nach Kapitel 2.4.3 davon ausgegangen werden, dass Schüler_innen den Inhalt eines Glases mit „Nichts“ betiteln und sie könnten ihre Hand hineinstecken und es so der Interviewerin zeigen. Im zweiten Interview wird erwartet, dass die Schüler_innen wissen, dass in dem Glas Luft enthalten ist, sie dies in ein Wasserbecken tauchen könnten, um so zu zeigen, dass kein Wasser in das Glas fließen kann, weil Luft in dem Glas ist. Für die zweite Station (Luft umfüllen) wird im ersten Interview erwartet, dass die Kinder davon ausgehen, dass sich die Flasche mit Wasser füllt, sobald sie eingetaucht wird, da auch in der Flasche „Nichts“ enthalten ist. In dem zweiten Interview sollten die Kinder wissen, dass auch in der Flasche Luft enthalten ist und deshalb kein Wasser in die Flasche dringt. Sobald die Flasche gekippt wird – das sollten die Kinder nun wissen – kann die Luft aus der Flasche entweichen und das Wasser einfließen. Die Luft kann aus der Flasche in einen Becher umgefüllt werden. Im ersten Interview kann bei der dritten Station (Luftballon in einer Flasche aufblasen) erwartet werden, dass Kinder davon ausgehen, den Luftballon in der Flasche ohne Probleme aufzublasen, weil „Nichts“ in der Flasche enthalten ist (Kap. 2.4.3). Die Kinder könnten lediglich vermuten, dass der Luftballon nicht größer als die Flasche wird und sie so als Grenze fungiert. Nach der Stationsarbeit wissen die Kinder, dass der Luftballon nicht aufgeblasen werden kann, weil Luft in der Flasche enthalten ist. Erst in einer Flasche mit Loch kann der Luftballon aufgeblasen werden. Als Erklärung wird erwartet, dass die Schüler_innen wissen, dass die Luft durch das Loch aus der Flasche strömen kann und sich erst dann der Luftballon aufblasen lässt. Im ersten Interview könnten die Schüler_innen zum vierten Versuch vermuten, dass das Wasser in die Flasche läuft, auch wenn die Flasche und der Trichter mit Knete abgedichtet werden, weil wieder durch die beschriebenen Schülervorstellungen aus Kapitel 2.4.3 entnommen wird, dass in der Flasche „Nichts“ enthalten ist. Nach der Stationsarbeit wird im zweiten Interview erwartet, dass die Schüler_innen Luft in der Flasche als Erklärung nutzen und deshalb kein Wasser in die Flasche laufen kann, wenn der Trichter abgedichtet ist. Das Wasser kann erst in die Flasche laufen, wenn die Dichtung gelöst wird.

Insgesamt wurden pro Kind zwei Interviews videographiert, die nach der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) ausgewertet werden.

3.2.2 Auswertungsmethode

Die Erhebung erfasst qualitative Daten, da die Videographien interpretiert werden können (Kuckartz, 2014). Die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) eignet sich als Methode, um qualitative Daten auszuwerten und zu interpretieren.

Die Qualitative Inhaltsanalyse wurde als eine Methode der empirischen Sozialforschung entwickelt, um Daten zu analysieren. Sie beinhaltet sinnvolle Aspekte der quantitativen Analyse, sodass eine weiterentwickelte Methode eines systematischen, qualitativen Verfahrens entstanden ist, um Textmaterial oder auch Video- und Audiomaterial wissenschaftlich auswerten zu können (Mayring, 2015). Das Kategoriensystem, abzuleiten aus der quantitativen Forschung, bildet auch das Zentrum der qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2015). Dies wird auch die Grundlage für die Auswertung der erhobenen Daten in dieser Arbeit sein. Es ist innerhalb der qualitativen Inhaltsanalyse von großer Bedeutung, das Material nicht isoliert zu betrachten, sondern innerhalb des Kontextes der Kommunikation in einen Gesamtzusammenhang zu verorten (Mayring, 2015). Um das Videomaterial zu bearbeiten, muss regelgeleitet nach einer bestimmten Systematik während der Analyse vorgegangen werden. Im folgenden Kapitel wird diese Systematik Schritt für Schritt beschrieben und auf die erhobenen Daten übertragen.

3.2.2.1 Qualitative Inhaltsanalyse des Materials

Im Rahmen der Masterarbeit wurden vier Kinder vor und nach der Unterrichtssequenz interviewt (Kap. 3.1.1). Um das Videomaterial optimal auswerten zu können, wird zunächst das **Analysemodell** nach Mayring (2015) durchlaufen und anhand des Materials erläutert.

Zunächst wird die **Analyseeinheit** des Materials festgelegt, damit die Inhaltsanalyse präzise wird: Die **Kodiereinheit** legt den kleinsten Bestandteil fest, der ausgewertet werden darf und damit unter eine Kategorie fällt. In dieser Analyse beträgt die kleinste Kodiereinheit Events, sodass ein Event mindestens eine inhaltlich abgeschlossene oder sinngemäße Konversation und/oder Handlung beinhaltet. Die **Kontexteinheit** legt den größten Bestandteil einer Videosequenz fest, die unter eine Kategorie fallen darf. Für das vorliegende zu analysierende Material ist es wichtig, nicht nur die ausgewählte Videosequenz zu kodieren, sondern diese auch in den Kontext des Gesamtgeschehens einzuordnen. Die **Auswertungseinheit** bestimmt die Reihenfolge der auszuwertenden Videosequenzen. Hier erfolgt die Kodierung und die Auswertung des Materials pro Kind, also pro Kind Interview 1 und Interview 2, die dann im Gesamtzusammenhang betrachtet werden (Mayring, 2015).

Die Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) überprüft das zu analysierende Material nach der Grundstruktur. Es gibt drei Grundformen der Analysetechnik: Zusammenfassung, Explikation und **Strukturierung**. Die Strukturierung kann in vier Untergruppen geteilt werden: Die formale, inhaltliche, typisierende und skalierende Strukturierung. Für die Analyse wird die **skalierende Strukturierung** genutzt, die das Ziel hat, das Material auf einer Skala, meistens Ordinalskala, einzuschätzen und zusammenzufassen (Mayring, 2015).

Für die skalierende Strukturierung werden im nächsten Schritt des Analysemodells Einschätzungsdimensionen festgelegt. Diese sind „[...] Variablen mit Ausprägungen in mindestens ordinalskalierten Form“ (Mayring, 2015, 106), wie z.B. wenig – mittel – viel. Aus der vorliegenden Fragestellung der Masterarbeit ergibt sich das Erkenntnisinteresse, ob sich die Schülervorstellungen nach einer Unterrichtssequenz des Forschenden Lernens in der Einschätzungsdimension „Luft nimmt Raum ein“ verändern. Diese Einschätzungsdimension kann aus dem Kapitel 2.4.3 und 3.1.2 deduktiv abgeleitet werden, da die Unterrichtssequenz nur das Ziel verfolgt, ob Schüler_innen wissen, dass Luft Platz braucht. So kann die Einschätzungsdimension erfassen, welche Vorstellungen Kinder über Existenz von Luft haben und inwiefern sich diese entwickeln.

Danach lassen sich im nächsten Schritt, der **Bestimmung der Ausprägungen**, Skalenpunkte (nicht korrekt, niedrig, mittel, hoch) für das Kategoriensystem festlegen. Für diese Analyse wird eine Skala anhand der in Kapitel 2.2.2 beschriebenen Level deduktiv erstellt, sodass die Vorstellungen der Schüler_innen in folgende Level differenziert werden können: Level 1: Vorstellungen nicht haltbar (nicht korrekt); Level 2: Vorstellungen teilweise richtig (niedrig); Level 3: sachlich richtig (mittel) und Level 4: Vorstellungen ausdifferenziert (hoch). Die Ausprägung Level 1 erfasst die Vorstellungen der Kinder, die wenige Fakten, Gegenstände, oder Phänomene zur Einschätzungsdimension nennen, die nicht korrekt und dadurch nicht haltbar sind (Kap. 2.2.2). Die Ausprägung Level 2 erfasst Schülervorstellungen, die durch einzelne richtige Fakten gekennzeichnet sind. Die einzelnen Fakten zeigen jedoch noch keine Generalisierung und Ausdifferenzierung des Wissens zur Einschätzungsdimension. In diese Ausprägung fallen nicht nur einzelne richtige Fakten, sondern auch vorhandene Alltagsvorstellungen zu „Luft nimmt Raum ein“ (Kap. 2.4.3; Kap. 3.2.1). Die dritte Ausprägung Level 3 erfasst sachlich korrekte Aussagen, die durch mehrere richtige Fakten belegt werden. Die Schülervorstellungen sind noch wenig ausdifferenziert, sodass kaum Zusammenhänge hergestellt werden und keine Begründung erfolgt (Kap. 2.2.2). Die Ausprägung Level 4 erfasst generalisierte, ausdifferenzierte und fachlich korrekte Vorstellungen der Kinder (Kap. 2.2.2). Sie stellen Zusammenhänge her und begründen diese fachlich mit der Einschätzungsdimension „Luft nimmt Raum ein“.

Um zu verdeutlichen welche Aussagen zu den Ausprägungen zählen, werden die Definitionen im Kodierleitfaden in weitere Aspekte differenziert, welche durch Ankerbeispiele ergänzt werden. Abschließend werden Kodierregeln formuliert, sodass eine klare Abgrenzung zwischen den Ausprägungen ersichtlich wird.

Anhand dieses Kodierleitfadens wurden zehn Prozent des Videomaterials exemplarisch von einer Kommilitonin, Luisa Demmel, kodiert. Dieser Schritt trägt zu einem wichtigen Gütekriterium bei, sodass das Interpretationsverfahren für andere „nachvollziehbar und intersubjektiv überprüfbar“ (Mayring, 2015) wird. Innerhalb des Kodierleitfadens konnten in den Definitionen der Unterkategorien Unklarheiten festgestellt werden, die dann induktiv ergänzt wurden. Daraus entsteht der finale Kodierleitfaden (Anhang 4.2) für diese Masterarbeit, welches im folgenden Ausschnitt exemplarisch dargestellt wird.

Level der Ausprägungen	Definition	Ankerbeispiele	Kodierregeln
Level 1: Vorstellungen nicht haltbar	Die Ausprägung erfasst keine korrekten Vorstellungen der Kinder zu der Einschätzungsdimension. Sie benennen wenige Fakten, Gegenstände, Situationen oder Phänomene, die nicht haltbar sind.		Diese Kodierregel wird auch vergeben, wenn die Kinder keine Vorstellungen haben, wie sie zeigen können, dass in einem Gefäß Luft ist.
	Luft als „Nichts“.	Interview L1: 00:03:58.2-00:04:02.0 I: „Was befindet sich in diesem Glas?“ L: fasst mit ihrer Hand in das Glas. I: „Gar nichts.“	
	Keine Vorstellungen zu „Luft nimmt Raum ein“.	Interview P2 – 00:06:02.9-00:06:07.4 I: „Hast du eine Idee, wie du mir zeigen kannst, dass da Luft drin ist?“ P: „Ne.“ Interview S2 – 00:04:14.7-00:04:20.5 I: „Und hast du auch eine Idee, wie du mir jetzt zeigen kannst, dass da Luft drin ist?“ S: „Dumh.“	
	Luft ist erst in einem Gefäß, wenn es verschlossen wird, vorher nicht.	Interview P1 – 00:06:41.3-00:06:47.6 I hält Flasche kopfüber das Becken mit Wasser I: „Was ist dann in der Flasche?“ P: „Wasser!“ Interview L1 – 00:04:29.5-00:04:48.0 I: „Jetzt ist nichts drin? Und was machst du jetzt?“ L: „Jetzt mach ich wieder zu.“ I: „Und was ist jetzt darin?“ L: „Luft.“ I: „...“ I zeigt die verschlossene Flasche. I: „Also hier ist jetzt Luft drin?“ I zeigt das Glas. I: „Und hier nicht?“ L: „Ja.“	
	Keine korrekten Vorstellungen zur Luft, Erklärung erfolgt durch andere Phänomene.	Interview S1 – 00:09:02.0-00:09:19.8 S: „Nein!“ I: „Warum nicht?“ S: „Weil dann ist der so breit und dann kann man ihn nicht größer aufpusten.“ S zeigt auf die Flasche I: „Aber erstmal so groß aufpusten wie die Flasche, das kann ich schon?“ S: „Hm“ S nickt mit dem Kopf I: „Ja? Nur nicht größer?“ S: „Dumh“ (S schüttelt den Kopf) Interview IM – 00:06:08.0-00:06:17.6 M zeichnet ein Haus mit einem Schornstein aus dem Rauch in der Luft weht. I: „Und die Luft ist nur hier draußen?“ M: „Ja, auch drinne in Haus“ I: „Warum?“ M: „Weil die Tür manchmal aufgeht, weil die Fenster manchmal offen sind.“ I: „Dann kommt Luft rein?“ M: „Ja.“	

Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Kodierleitfaden - Level 1 (Anhang 4.2)

3.2.2.2 Auswertungen mit der Software MAXQDA

Die Auswertung der Videos erfolgt mit der Software MAXQDA, da diese erlaubt, die Videos direkt zu kodieren. Die Software wurde Anfang der 90er Jahre von Kuckartz entwickelt, um damit qualitative Forschungsprojekte durchzuführen und zu analysieren. Die umfassende Funktionalität der Software zeigt sich in dem Einlesen, Organisieren, Analysieren und Visualisieren aller elektronisch erfassbaren Daten wie Interviews, Videos oder Umfragen. Deshalb zählt die Software auch zu den meistgenutzten für Mixed-Methods- und qualitative Forschungen (Mayring, 2015; Verbi Software GmbH, 2018).

Das Kategoriensystem kann in MAXQDA unter „Liste der Codes“ importiert werden. Videos zu kodieren bedeutet, relevante Analyseeinheiten zu markieren. Dies erfolgt, indem die Unterkategorien per Drag ‚n‘ Drop (Ziehen und Ablegen) einzelne Videosequenzen übersichtlich markieren. In MAXQDA können mehrere Dokumente angelegt werden, sodass alle Videos in

einem Projekt enthalten sind. Dies verdeutlicht ein Ausschnitt, den folgende Abbildung 4 darstellt.

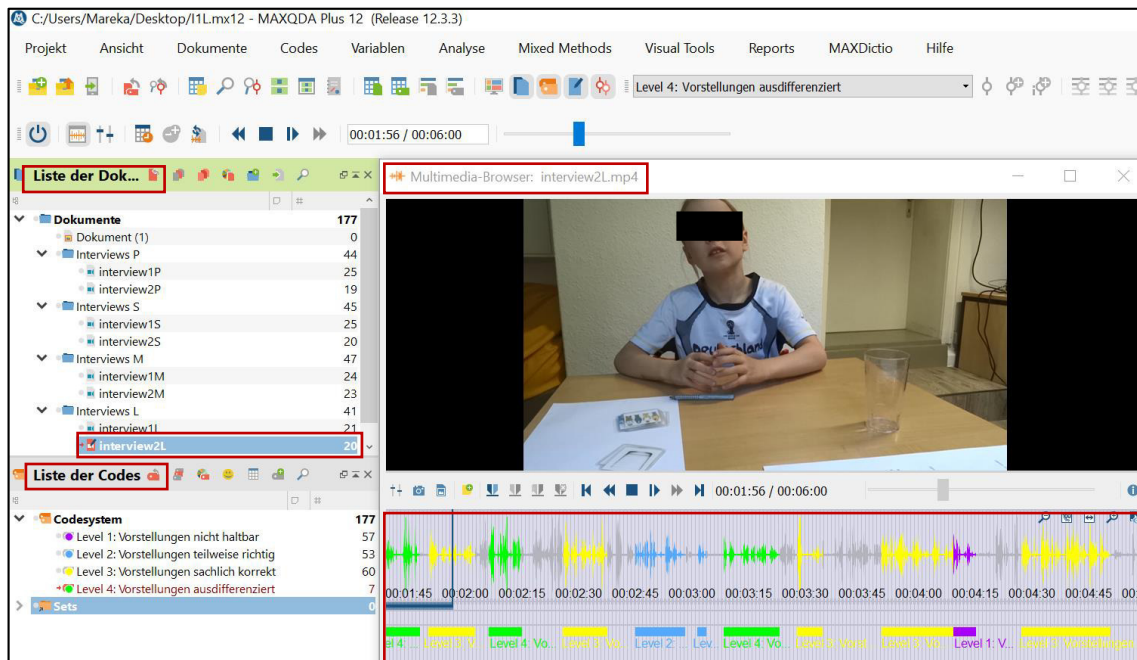


Abbildung 4: Ausschnitt MAXQDA

Oben links sind in der „Liste der Dokumente“ vier Dokumente vorhanden, die jeweils beide Interviews der ausgewählten Kinder enthalten. So enthält z.B. das Dokument „Interviews L“ das „Interview 1L“ und das „Interview 2L“. Das „Interview 2L“ ist markiert, was bedeutet, dass dieses Video im Multimedia-Browser geöffnet ist, der rechts in der Abbildung zu sehen ist. Das Video kann hier abgespielt und wie oben beschrieben kodiert werden. Die „Liste der Codes“ unten links in der Abbildung bildet das Kategoriensystem ab. Die Unterteilung der Farben ist sinnvoll, damit die markierten Analyseeinheiten des Videos übersichtlich den Unterkategorien zugeordnet werden können. MAXQDA zählt die Vergabe der Unterkategorien und stellt die Gesamtanzahl pro Unterkategorie im Kategoriensystem dar. In der „Liste der Dokumente“ kann die Anzahl der Kodierungen pro Video abgelesen werden (Abbildung 4). Abschließend wird das extrahierte Material nach der skalierenden Strukturierung pro Interview und pro Kind ausgewertet und zusammengefasst werden (Mayring, 2015).

3.2.3 Deskriptive Ergebnisdarstellung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Masterarbeit zunächst deskriptiv dargestellt. Im Hinblick auf die Forschungsfrage interessiert mich, inwiefern sich die Schülervorstellungen altersheterogener Lerner_innen nach einer Unterrichtssequenz nach dem Forschenden Lernen verändern. Es bleibt zu untersuchen, welche Vorstellungen vor der Unterrichtssequenz und wie

differenziert diese nach einer Unterrichtssequenz vorliegen. Für die Untersuchung ist auch interessant, wie sich die Variablen Alter der Kinder, Teammitglied und die eigenständige Durchführung der Versuche auf die Schülervorstellungen auswirken. Einen Überblick über die Variablen und die vergebenen Kodierungen in den Videos gibt die folgende Abbildung 5. Sie veranschaulicht, dass zwischen 19 und 25 Codes pro Video vergeben wurden.

Dokumentname	Alter	Teammitglied	V1 durchgeführt	V2 durchgeführt	V3 durchgeführt	V4 durchgeführt	Level 1: ...	Level 2: ...	Level 3: ...	Level 4: ...	Anzahl Codings
interview1S	6		☐	☐	☐	☐	6	14	4	1	25
interview2S	6	M	☒	☐	☐	☒	3	5	10	2	20
interview1P	7		☐	☐	☐	☐	14	9	2	0	25
interview2P	7	L	☒	☐	☒	☒	5	6	8	0	19
interview1M	8		☐	☐	☐	☐	13	6	5	0	24
interview2M	8	S	☒	☐	☐	☒	3	6	13	1	23
interview1L	8		☐	☐	☐	☐	11	2	8	0	21
interview2L	8	P	☒	☐	☒	☒	2	5	10	3	20

Abbildung 5: Übersicht der Variablen und Kodierungen aus MAXQDA

Im Interview 2 kommen bei jedem Kind die Variable des Teammitglieds, mit welchem sie in der Unterrichtssequenz zusammengearbeitet haben, und die Variable, welchen Versuch sie eigenständig erarbeitet haben, hinzu. Der Abbildung ist zu entnehmen, dass S. mit M. und P. mit L. zusammengearbeitet hat. Außerdem kann abgelesen werden, welche Versuche (V1, V2, V3, V4), die Kinder innerhalb der Stationsarbeit durchgeführt haben. V1 stellt den Versuch der ersten Station dar etc. Dabei zeigt der Haken, ob das Kind die Station eigenständig durchgeführt hat. Im weiteren Verlauf des Kapitels werden die individuellen Ergebnisse der Schüler_innen deskriptiv dargestellt.

3.2.3.1 Schülerin S.

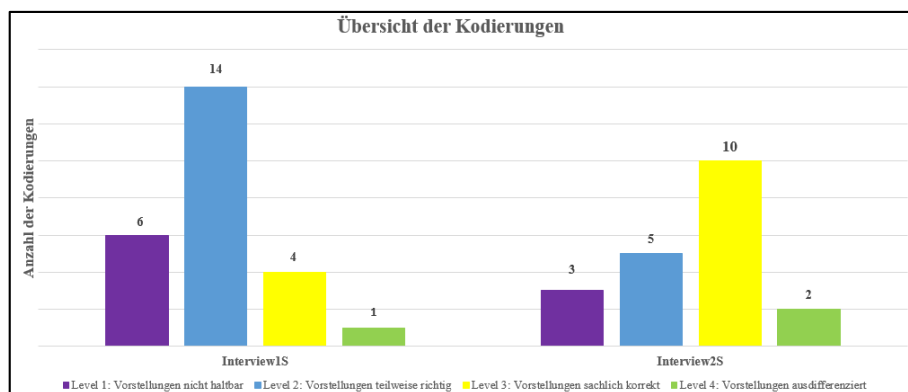


Abbildung 6: S. - Übersicht der Kodierungen

Aus der Abbildung 5 ist zu entnehmen, dass S. die Versuche 1 und 4 eigenständig durchgeführt hat. Die folgende Abbildung stellt nun gegenüber, wie oft Schülerin S welches Level in Interview 1 und Interview 2 erreicht hat.

Zunächst werden die Ergebnisse des **ersten Interviews** dargestellt, welches 25-mal kodiert wurde. Das erste Level wurde sechsmal erreicht. S nennt die Vorstellung, dass Luft durch zarte

Striche gezeichnet werden kann und malt folgenden Zeichnung (I1S: 00.04:19.0-00:04:33.8; Abbildung 7).

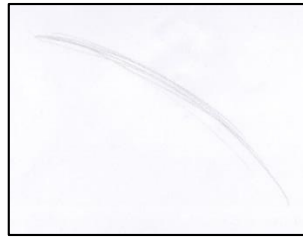


Abbildung 7: S. - Zeichnung 1

Sie beschreibt außerdem, dass Wasser in eine Flasche läuft, wenn diese kopfüber in ein Wasserbecken getaucht wird. Sie erklärt aber, dass der Wasserstand in der Flasche abhängig von dem Wasserstand im Wasserbecken ist: „Es kommt darauf an, wie tief das Wasser ist!“ (I1S: 00:07:15.0-00:08:06.2). Außerdem erklärt sie, dass der Luftballon so weit aufgeblasen werden, bis er durch die Flasche begrenzt wird (I1S: 00:09:02.0-00:09:19.8).

Aus der Abbildung 6 ist zu entnehmen, dass S das zweite Level 14-mal erreicht. Sie benennt viele der Gegenstände auf den Bildkarten richtig und weiß z.B., dass sie für Ballons „Luft braucht“ (I1S: 00:01:13.5-00:01:46.5). Sie benennt ihre Vorstellungen darüber, dass Luft sichtbar ist, wenn sie Staub in der Sonne beobachten kann, aber weiß auch, dass Luft selbst „durchsichtig“ ist (I1S: 00:03:31.9-00:03:41.9; I1S: 00:04:13.6-00:04:17.3). Das dritte Level erreicht sie im ersten Interview viermal (Abbildung 6). In der Szene I1S: 00:02:17.7-00:02:31.0 erklärt sie, dass Luft in der Taucherglocke sein muss, weil man darin atmen kann. Des Weiteren erklärt sie, dass Luft in einem Gefäß eingesperrt werden kann, wenn es mit einem Deckel verschlossen wird (I1S: 00:06:04.5-00:06:15.0; I1S: 00:06:25.0-00:06:31.1). In der Abbildung 6 ist zu erkennen, dass S. einmal das Level 4 erreicht. Sie zählt im Interview 1 auf, wo sich überall Luft befindet, „Draußen [...], in Räumen [...] und sagt abschließend, dass sie Luft „überall“ befindet. In der Frage darauf antwortet sie auch, dass sich Luft in dem Glas befindet, welches vor ihr auf dem Tisch steht (I1S: 00:05:24.9-00:05:52.7).

Nach der durchgeführten Unterrichtssequenz benennt sie im **zweiten Interview**, das insgesamt 20-mal kodiert wurde (Abbildung 6), folgende Vorstellungen: Sie zeichnet Luft erneut als zarte Striche auf einem Papier (Anhang 4.3). Sie beschreibt außerdem, dass in einem vollen Becher mit Wasser zuerst Luft und Wasser und dann nur noch Luft enthalten ist (I2S: 00:06:52.2-00:07:14.3). Das zweite Level erreicht sie fünfmal. Sie beschreibt, dass sie die Gegenstände „Luftballons“ und „Taucherglocke“ mit Luft verbindet (I2S: 00:01:37.0-00:01:46.1). Im zweiten Interview zeichnet S. zunächst eine ähnliche Zeichnung (Anhang 4.3) wie in Interview 1

(Abbildung 7). Am Ende des Interviews wendet sie jedoch ein, dass sie nun die Luft neu in einer Zeichnung darstellen würde und zeichnet Folgendes:

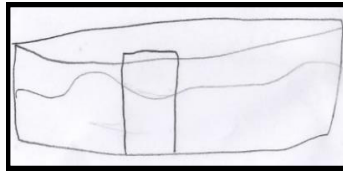


Abbildung 8: S. - Zeichnung 3

Sie erklärt dazu, dass in dem Becher über der Wellenlinie Luft enthalten ist, unterhalb der Wellenlinie nennt sie eigentlich „Luft“, vermutet aber, dass auch „Wasser“ enthalten sein könnte (I2S: 00:10:08.7-00:10:53.4). Aus der Abbildung 6 ist zu entnehmen, dass S. das dritte Level zehnmal erreicht. Sie nimmt in einer Szene die Bildkarte auf der das Glas mit Deckel abgebildet ist, und erklärt, dass in dem Glas Luft eingeschlossen ist (I2S: 00:01:49.1-00:01:58.2). S. äußert, dass Luft überall ist (I2S: 00:02:23.4-00:02:31.0) und erklärt, dass in der Flasche mit Deckel Luft eingeschlossen ist, aber auch ohne Deckel noch Luft in der Flasche enthalten ist (I2S: 00:03:37.9-00:04:01.0). Zu dem Versuchsaufbau, was in einem Becher ist, wenn er kopfüber in ein Becken mit Wasser getaucht wird, sagt sie, dass Luft in dem Becher ist und kein Wasser hineinläuft, „[...] weil die Luft das Wasser wegdrückt“ (I2S: 00:04:37.2-00:04:45.8). Abschließend nimmt sie Bezug zu der Zeichnung 3 in Abbildung 8) und erklärt, dass nur Luft in dem Becher enthalten ist, weil die Gummibären aus dem Lehrerversuch auch nicht nass geworden sind (I2S: 00:10:55.0-00:11:04.8). Das vierte Level erreicht S. zweimal. In einer Szene nennt S., dass in einem Glas, egal wo es steht, Luft enthalten ist (I2S: 00:00:48.7-00:00:52.8) und weiter beschreibt sie, dass sich Luft überall befindet, auch in einem Glas (I2S: 00:02:54.7-00:03:17.9).

3.2.3.2 Schüler P.

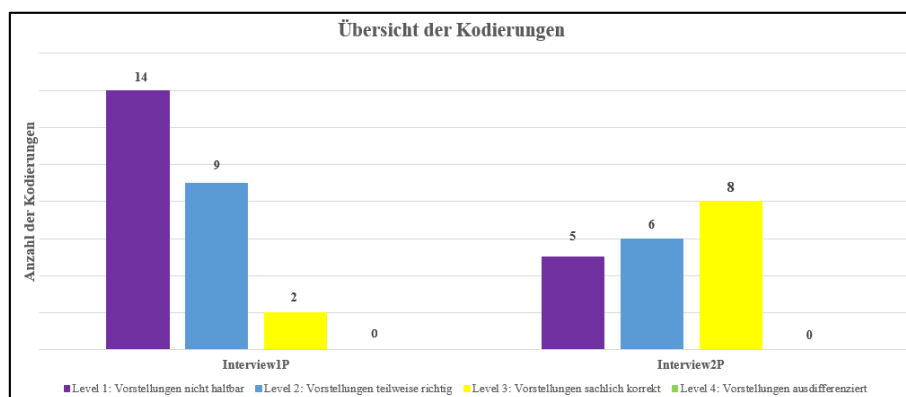


Abbildung 9: P. - Übersicht der Kodierungen.

In dem **ersten Interview** wurde insgesamt 25-mal kodiert, davon erreichte er 14-mal das erste Level (Abbildung 5). P. beschreibt in seinen Äußerungen, dass auf den Bildkarten, auf denen

ein Glas, ein Glas mit Deckel und die Taucherglocke abgebildet ist, keine Luft zu sehen ist (I1P: 00:02:10.9-00:02:13.4; I1P: 00:03:04.8-00:03:08.5; I1P: 00:03:58.1-00:04:36.7). Zu einigen Fragen hat er keine Vorstellung oder äußert diese nicht, da er bspw. in einer Szene mit den Schultern zuckt (I1P: 00:04:30.7-00:04:36.7). Er beschreibt, dass in der Flasche nichts drin ist, egal ob sie mit einem Deckel verschlossen ist oder nicht (I1P: 00:05:54.0-00:06:09.9). Des Weiteren erklärt er, dass sich eine Flasche, wenn sie kopfüber in ein Becken getaucht wird, bis zum Wasserstand im Becken mit Wasser füllt (I1P: 00:06:41.3-00:06:47.6). Ein weiteres Phänomen beschreibt er, indem der Luftballon nicht in der Flasche aufgeblasen werden kann, „[...] weil da zu wenig Platz ist“ (I1P: 00:07:46.2-00:07:59.7). Dann erklärt er weiter, dass der Luftballon nicht aufgeblasen werden kann, „[...] weil am Anfang ist das zu eng“ (I1P: 00:08:13.6-00:08:43.7) und zeigt an den Flaschenhals, sodass der Ballon sich immer wieder „zurückdrückt“ (ebd.). Der Abbildung 9 kann entnommen werden, dass P. das zweite Level neunmal erreicht. Er beschreibt, dass er auf einigen Bildern Luft sehen kann, z.B. auf dem Bild mit den aufgeblasenen Luftballons (I1P: 00:01:43.9-00:01:46.5). Außerdem erklärt er, dass Luft unsichtbar ist (I1P: 00:04:19.2-00:04:28.7). Er begründet auch, dass Luft nicht eingeschlossen werden kann, weil sie überall ist (I1P: 00:05:26.4-00:05:34.8). Das dritte Level erreicht P. zweimal (Abbildung 9). Zum einen beschreibt er, dass sich Luft überall befindet – in „Räumen“ oder „Draußen“ – (I1P: 00:04:58.7-00:05:12.7) und zum anderen erklärt er, dass aus einer Flasche Luftblasen kommen, wenn man sie in einem Becken mit Wasser kippt, weil die Luft aus der Flasche entweicht (00:06:56.7-00:07:07.3). P. erreicht kein Mal das vierte Level, was aus der (Abbildung 9) ersichtlich wird.

Im **zweiten Interview** werden die genannten Vorstellungen, 19-mal kodiert. Das erste Level erreicht er nach fünfmal (Abbildung 9). Er schreibt Bildern keine Luft zu, wie bspw. den Gläsern mit oder ohne Deckeln (I2P: 00:06:02.9-00:06:07.4). Außerdem beschreibt er, dass er keine Vorstellung davon hat, wie er zeigen kann, dass in dem Glas Luft ist (I2P: 00:06:02.9-00:06:07.4). Level 2 erreicht er sechsmal (Abbildung 9). Zunächst ordnet er einige Bilder der Luft zu, auch auf dem Bild der Taucherglocke erkennt er Luft (I2P: 00:01:22.6-00:01:29.4). Außerdem beschreibt er, dass er Luft nicht aufmalen kann, weil sie nicht sichtbar ist (I2P: 00:03:56.0-00:04:04.0). Das dritte Level erreicht P. 8-mal (Abbildung 9). Er beschreibt, dass sich Luft „Draußen“, „in Räumen“ und auch im Glas, dass vor ihm steht, befindet (I2P: 00:04:06.1-00:04:38.2). Außerdem kann kein Wasser in eine Flasche laufen, wenn es durch einen Trichter gekippt wird, der mit Knete am Flaschenhals abgedichtet ist, weil die Luft nicht aus der Flasche entweichen kann (I2P: 00:06:53.7-00:07:11.4; I2P: 00:07:28.0-00:07:40.5). Des Weiteren ist Luft in der Flasche, wenn sie kopfüber in ein Becken mit Wasser getaucht

wird. Es kann erst Wasser in die Flasche, wenn diese gekippt wird, „weil Luft rausgeht“ (I2P: 00:08:28.1-00:08:46.7). Zusätzlich weiß er, dass Luft in einer Flasche ist und deshalb der Luftballon nicht aufgeblasen werden kann, erst wenn diese durch ein Loch in der Flasche entweichen kann. Das vierte Level erreicht P. kein Mal.

3.2.3.3 Schüler M.

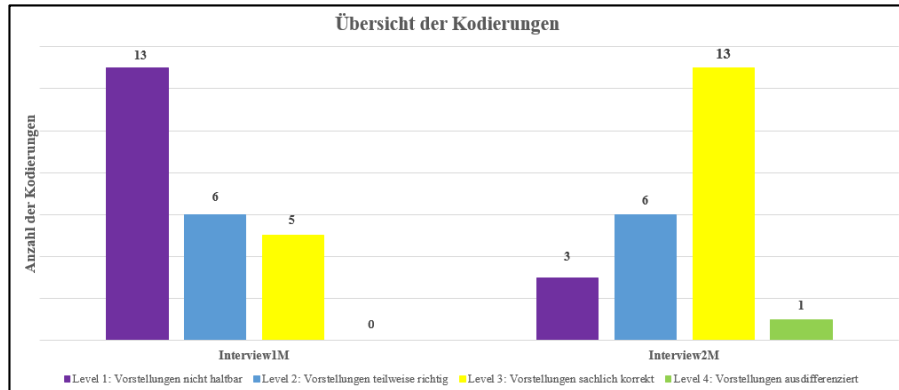


Abbildung 10: M. - Übersicht der Kodierungen

Die Abbildung 5 veranschaulicht, dass das **erste Interview** insgesamt 24-mal kodiert wurde. Das erste Level wurde 13-mal erreicht (Abbildung 10). M. findet z.B. keine Antworten auf die Fragen und zuckt mit den Schultern (I1M: 00:03:27.0-00:03:29.6). Er malt folgendes Bild auf die Frage, ob er Luft malen kann:

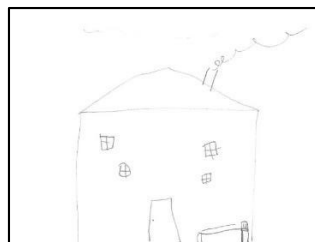


Abbildung 11: M. - Zeichnung 1

Dazu erklärt er, dass Luft zu sehen ist, weil der Rauch nach rechts zieht und die Luft von links kommt. Weiterhin ist draußen Luft und drinnen kommt Luft rein, wenn die Tür oder die Fenster geöffnet sind (I1M: 00:06:02.6-00:06:17.6). Außerdem beschreibt er, dass Luft eingesperrt werden kann, wenn man sie „[...] irgendwie in eine Flasche reinkriegt“ (I1M: 00:07:35.1-00:07:45.6). Ist die Luft in der Flasche, so entweicht sie wieder aus der Flasche, wenn der Deckel ab ist. Verschließt man die Flasche mit einem Deckel, so ist sie wieder in der Flasche (I1M: 00:08:08.8-00:08:24.9). Ferner erzählt er, dass ein Luftballon in einer Flasche aufgeblasen werden kann (I1M: 00:10:19.0-00:10:40.6). Das zweite Level erreicht M. sechsmal (Abbildung 10). Er sortiert Gegenstände, wie den Fußball und der Luftmatratze den Bildkarten zu, auf denen er Luft sieht (I1M: 00:02:08.8-00:02:14.2). Auf die Frage, ob er Luft sehen kann, antwortet

er, dass er es nicht kann, „[...] weil das Luft ist“ (I1M: 00:03:17.3-00:03:26.3). Zu seiner Zeichnung (Abbildung 11) fügt er hinzu, dass die Luft auf dem Bild zu sehen ist, weil sie den Rauch aus dem Schornstein „verteilt“ (I1M: 00:04:20.3-00:04:46.2). Auf die Frage, was in einer Flasche ist, erklärt M. im Interview: „In der Flasche ist nichts drin außer Luft“ (I1M: 00:07:57.4-00:08:06.5). Aus der Abbildung 10 kann entnommen werden, dass seine Aussagen fünfmal auf Level 3 eingestuft werden. In dem Interview begründet er, dass „[...] in dem Glas Luft [ist], weil da noch kein Wasser drinnen ist“ (I1M: 00:07:03.1-00:07:15.0). Seiner Beschreibung nach fließt Wasser in die Flasche, wenn der Trichter nicht mit Knete abgedichtet ist, weil „[...] die Luft schneller raus [...]“ (00:11:26.1-00:11:33) kann und durch die „Lücke“ (I1M: 00:11:42.1-00:11:50.7) am Flaschenhals „entweichen“ (ebd.) kann. Das vierte Level erreicht M. im ersten Interview kein Mal (Abbildung 10).

Das **zweite Interview** wurde 23-mal kodiert (Abbildung 10). In der Abbildung ist zu erkennen, dass davon dreimal das erste Level kodiert wurde. M. hat zu der Frage, was Luft ist, keine Antwort und zuckt mit den Schultern (I2M: 00:02:32.7-00:02:36.0). Nach M. ist in der Flasche, sobald sie mit einem Deckel verschlossen ist, mehr Luft enthalten als ohne Deckel (I2M: 00:05:20.5-00:05:28.9). Außerdem beschreibt M., dass ein Luftballon in einer Flasche aufgeblasen werden kann, aber „[...]dann muss man richtig viel Kraft haben [...] zu pusten“ (I2M: 00:09:28.7-00:09:38.6). Die Aussagen von M. können sechsmal auf dem zweiten Level eingeordnet werden. Er ordnet bspw. die Bildkarten, auf denen die Gläser mit und ohne Deckel und die Taucherglocke abgebildet sind, der Luft zu (I2M: 00:00:38.1-00:00:54.3; I2M: 00:01:18.9-00:01:24.2). Im weiteren Verlauf des Interviews findet M. die Erklärung dafür Luft nicht sehen zu können, indem er Luft als „unsichtbar“ (I2M: 00:02:21.2-00:02:27.8) beschreibt. Während des Interviews malt M. folgende Zeichnung:

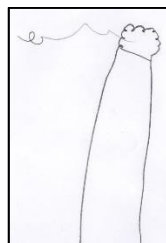


Abbildung 12: M. - Zeichnung 2

Auf der Abbildung 12 ist Luft für ihn als Wind und in Form der Wellenlinie dargestellt, der die Blätter im Baum bewegt (I2M: 00:03:23.0-00:03:54.2). Das dritte Level erreicht M. im zweiten Interview 13mal (Abbildung 10). Für ihn befindet sich Luft „im Becher [...], im Raum, [...], Draußen [und] auch im Glas“ (I2M: 00:04:25.5-00:04:46.7). Auf die Frage, wie er zeigen kann, dass im Glas Luft ist, zieht er den Versuchsaufbau aus Station 1 heran (Anhang 3.5). Im Glas

ist Luft, weil die Luft das Wasser verdrängt und somit kein Wasser in den Becher fließt (I2M: 00:05:48.3-00:06:06.1). Außerdem erklärt er, dass Luft in der Flasche ist, wenn sie kopfüber in ein Becken mit Wasser getaucht wird und beschreibt weiterhin, die Luft entweicht aus der Flasche, wenn sie gekippt wird, sodass Wasser in die Flasche strömen kann (I2M: 00:07:53.7-00:08:03.1). Er kommt zu dem Ergebnis, dass erst die Luft aus der Flasche das Wasser in dem Becher verdrängen kann (I2M: 00:08:20.0-00:08:27.6). Nach M. kann der Luftballon nur in der Flasche mit Loch aufgeblasen werden, „[...] weil die Luft entweichen konnte“ (I2M: 00:09:39.0-00:09:46.1). „Kein Kind konnte den Luftballon aufblasen“, fügt er hinzu (I2M: 00:09:39.0-00:09:46.1). Abschließend beschreibt er den Versuch aus Station 4, indem kein Wasser in den mit Knete abgedichteten Trichter laufen kann „[...] weil die Luft nicht raus kann“ (I2M: 00:09:56.4-00:10:40.7). Er führt fort, dass erst, wenn die Knete weg wäre, „Luft entweichen“ (I2M: 00:11:18.6-00:11:33.2) könnte, damit Wasser in die Flasche laufen kann. Das vierte Level erreicht M. einmal (Abbildung 10), da für ihn Luft in der Flasche enthalten ist, egal, ob sie mit einem Deckel verschlossen ist oder offen (I2M: 00:05:15.8-00:05:20.4)

3.2.3.4 Schülerin L.

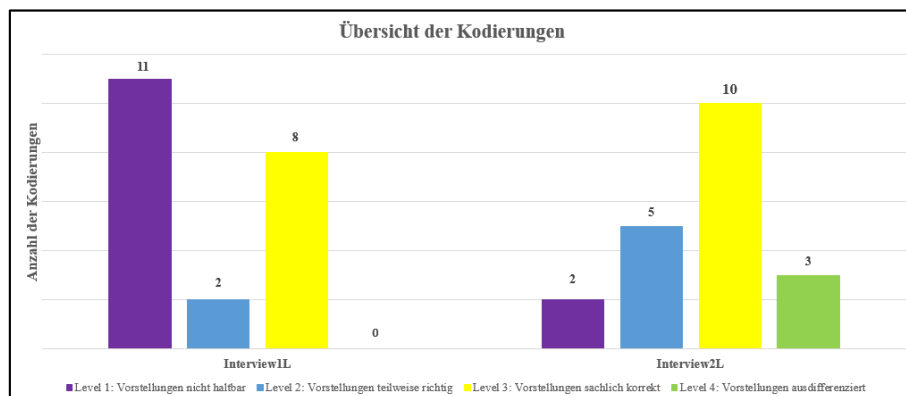


Abbildung 13: L. - Übersicht der Kodierungen

In dem **ersten Interview** lassen sich elf Aussagen von L. mit dem Level 1 kodieren (Abbildung 5). Sie sortiert die Bildkarten und beschreibt, dass nichts in dem Glas mit Deckel enthalten ist außer Luft. In dem Glas ohne Deckel ist hingegen keine Luft, weil sie entweichen kann (I1L: 00:02:43.8-00:02:48.1; I1L: 00:02:59.2-00:03:02.9). In einer weiteren Szene steckt sie ihre Hand in das Glas, wodurch sie zeigen will, dass in dem Glas nichts ist (I1L: 00:03:58.2-00:04:02.0). In einer Flasche ist ihrer Meinung nach erst Luft, wenn sie mit einem Deckel verschlossen ist (I1L: 00:04:29.5-00:04:48.0). Weiter beschreibt L, dass Wasser in der Flasche ist, wenn sie kopfüber in ein Becken mit Wasser getaucht wird (I1L: 00:05:17.7-00:05:23.3). Außerdem kann man nach L. einen Luftballon in der Flasche aufblasen, aber seine Größe passt sich der Flasche an (I1L: 00:06:06.4-00:06:15.3). Abschließend stellt L. im Interview dar, dass

Wasser in den Trichter laufen kann, egal ob er mit Knete abgedichtet ist oder nicht (I1L: 00:06:54.2-00:06:58.5). Aus der Abbildung X kann abgelesen werden, dass ihre Aussagen nur zweimal auf Level 2 eingeordnet werden, da sie erklärt, dass Luft nicht sichtbar ist und Luft nicht aufgemalt werden kann, „weil sie unsichtbar ist“ (I1L: 00:03:20.6-00:03:22.2). Das dritte Level erreichen ihre Aussagen im Interview achtmal (Abbildung 13). Luft befindet sich nach L. „auf der ganzen Welt“ (I1L: 00:03:43.8-00:03:45.5) und auch im Raum um sie herum (I1L: 00:03:47.8-00:03:54.2). Wenn L. einen Deckel hätte, könnte sie außerdem Luft in einem Glas einschließen (I1L: 00:04:06.6-00:04:11.3). Das vierte Level erreichen ihre Aussagen kein Mal (Abbildung 13).

Im **zweiten Interview** werden 20 Aussagen kodiert (Abbildung 5), davon erreicht sie zweimal das Level 1. Die folgenden Aussagen werden diesem Level zugeordnet: Die Bildkarte, auf der das Glas ohne Deckel abgebildet ist, ordnet L. nicht der Luft zu (I2L: 00:00:50.9-00:00:55.9). Im weiteren Verlauf beschreibt sie, dass wenn eine Flasche im Wasser gekippt wird, Luft entweichen kann, aber nicht sichtbar wird (I2L: 00:04:09.2-00:04:15.0). Das zweite Level wurde fünfmal vergeben (Abbildung 13), sodass sie bspw. Bilder, auf denen das Glas mit und ohne Deckel und die Taucherglocke zu sehen sind, der Luft zuordnet (I2L: 00:00:38.9-00:00:50.5). L. beschreibt Luft als „unsichtbar“ (I2L: 00:01:10.8-00:01:15.5), weshalb man sie nicht sehen kann. Außerdem stellt sie Luft als „Schutzschild“ (I2L: 00:02:45.0-00:02:58.0) dar, wodurch kein Wasser in das Glas fließt, wenn ein Glas kopfüber in ein Becken mit Wasser getaucht wird. Das dritte Level wird in dem Interview zehnmal vergeben (Abbildung 13). Laut L. kann Luft in einem Deckel in einem Glas eingeschlossen werden (I2L: 00:01:50.3-00:02:02.5). Indem sie den Versuchsaufbau von Station 1 beschreibt, kann sie zeigen, dass im Becher Luft ist (I2L: 00:02:25.9-00:02:37.5). Weiter beschreibt sie, dass Luft „einen geschlossenen Raum“ braucht, aus dem sie erst entweichen muss, damit ein anderer Stoff, z.B. Wasser, den Raum einnehmen kann (I2L: 00:03:27.8-00:03:34.4). Außerdem ist Luft in einer Flasche enthalten, wenn sie kopfüber in ein Becken mit Wasser getaucht wird, sie kann erst entweichen, wenn diese gekippt wird, sodass Wasser in die Flasche fließen kann (I2L: 00:03:50.2-00:04:09.0). Außerdem ist Luft in der Flasche, weshalb der Luftballon nicht aufgeblasen werden kann, „weil die Luft nicht rauskommt“ (I2L: 00:04:27.3-00:04:50.7). L. beschreibt den Trick, ein Loch in die Flasche zu stechen, damit die Luft „rausweichen“ (ebd.) kann. Außerdem kann erst Wasser in die Flasche fließen, wenn Luft aus der Flasche entweichen kann, also wenn die Flasche nicht mit Knete abgedichtet ist (I2L: 00:05:01.8-00:05:08.6). Aus der Abbildung 13 ist zu entnehmen, dass drei Aussagen dem vierten Level zugeordnet werden. Luft befindet sich nach L. „überall“ (I2L: 00:01:34.5-00:01:47.9), sie benennt explizit „Räume“ (ebd.) und auch im „Glas“ (ebd.). Es

stellt außerdem keinen Unterschied dar, ob die Flasche mit einem Deckel verschlossen ist oder nicht. In ihr ist immer Luft enthalten (I2L: 00:02:06.2-00:02:14.5). In einer Szene im Interview erklärt sie, dass in dem Glas, wenn es kopfüber in ein Wasserbecken getaucht wird, Luft enthalten ist. Es könnte erst Wasser in das Glas strömen, wenn ein Loch darin wäre, damit die Luft aus dem Glas entweichen kann (I2L: 00:03:08.4-00:03:23.0).

Die vorliegenden Ergebnisse werden im anschließenden Kapitel interpretiert.

3.2.4 Ergebnisinterpretation

Die Interpretation der Ergebnisse erfolgt, indem eine Einschätzung der Veränderung der Schülervorstellungen zu der Dimension „Luft nimmt Raum ein“ gegeben wird. Dies wird nach der Häufigkeit der Level und der Konfiguration im Hinblick auf die Definition erfolgen.

3.2.4.1 Schülerin S.

Die Veränderung der Schülervorstellungen kann insgesamt als positive Entwicklung, im Sinne von differenzierteren Vorstellungen auf einem höheren Level, zusammengefasst werden. In den Prävorstellungen sind die häufigsten Aussagen auf Level 2, in den Postvorstellungen jedoch auf Level 3 (Abbildung 6).

Die Ergebnisse des ersten Interviews zeigen, dass einzelne richtige Fakten in den Prävorstellungen überwiegen, die kaum generalisiert und ausdifferenziert sind (Kap. 3.2.3.1). Durch ihre Aussagen können die Vorstellungen abgeleitet werden, dass sie weiß, Luft existiert, ist aber nicht sichtbar. Daher versucht sie auch eine alltägliche Situation zu beschreiben, in der sie Luft sieht, weil Staub in der Luft zu sehen ist (Kap. 3.2.3.1). Aus den Ergebnissen kann entnommen werden, dass sie noch keine ausdifferenzierte Vorstellung davon hat, Luft nehme Raum ein. Ihrer Meinung nach kann Wasser auch in eine Flasche fließen, wenn sie kopfüber in ein Becken mit Wasser getaucht wird und es kann auch ein Luftballon in einer Flasche aufgeblasen werden (Kap. 3.2.3.1). Trotzdem scheint sie teilweise eine Raumvorstellung von Luft zu haben, da sie bereits weiß, dass Luft überall ist (Kap. 3.2.3.1). Diese Vorstellung lässt sich dem dritten Level zuordnen (Kap. 2.2.2). Diese Vorstellung wird im ersten Interview bereits weiter ausdifferenziert auf Level 4, da sie außerdem das Glas einbezieht (Kap. 3.2.3.1).

Es ist eine Tendenz der ausdifferenzierten und teilweise generalisierten Postvorstellung innerhalb der Ergebnisse im zweiten Interview zu verzeichnen. Sie beschreibt mehrere sachlich richtige Fakten und stellt Zusammenhänge her, sodass die Postvorstellungen auf dem dritten Level überwiegen (Kap. 2.2.2; Kap. 3.2.3.1). Die Prävorstellung „Luft nimmt Raum ein“ wird im zweiten Interview differenzierter. Sie kann erklären, dass Luft in Gefäßen enthalten ist und erst entweichen muss, damit ein anderer Stoff den Raum einnehmen kann. Für ihre Erklärungen

bezieht sie auch einen Versuchsaufbau aus der Stationsarbeit mit ein, was zeigt, dass sie die Konfrontation mit ihrer bisherigen Vorstellung durch das Experiment in ihrem Lernprozess vorangetrieben hat (Kap. 2.2.2; Kap. 3.2.3.1). Es ist außerdem herauszustellen, dass sie die dritte Station nicht eigenständig bearbeitet hat, jedoch die Erklärung für den Versuch liefern kann, sodass es die offene Lernform ermöglicht, andere Kinder zu beobachten oder aus der abschließenden Explain-Phase das Wissen zu verankern (Kap. 2.3.2.1). Bei der Schülerin ist außerdem zu erwähnen, dass sich die Prävorstellung Luft als Striche zu zeichnen verändert hat, indem sie einen Versuchsaufbau gezeichnet hat. Diese Postvorstellung kann auf Level 2 eingeordnet werden, da sie zunächst teilweise richtig beschreibt, dass sich Luft oberhalb der Wasserlinie im Becher befindet, dann aber zu dem Ergebnis kommt, dass nur Luft im Becher ist (Abbildung 8). Es bleiben Postvorstellungen auf Level 2 vorhanden, da sie teilweise einzelne Fakten richtig beschreibt, aber keine ausdifferenzierten Gedanken formuliert (Kap. 3.2.3.1). Außerdem bleibt die Vorstellung davon, Staub in der Luft zu sehen, bestehen, dies könnte daran liegen, dass sie die zweite Station nicht durchgeführt hat, in der Luft in Form von Luftblasen sichtbar wird (Kap. 3.1.2; Kap. 3.2.3.1). Bestehen bleibt auch die generalisierte Vorstellung, Luft existiert überall, auf Level 4. Das Level wird durch eine weitere Vorstellung erweitert, indem sie eine generalisierte Vorstellung davon benennt, dass Luft in einer Flasche vorhanden ist, egal ob sie mit einem Deckel verschlossen ist oder nicht (Kap. 3.2.3.1).

3.2.4.2 Schüler P.

Aus den Ergebnissen in Kapitel 3.2.3 kann eine positive Veränderung der Vorstellungen auf ein höheres Level abgeleitet werden. Im ersten Interview überwiegen Vorstellungen, die dem Level 1 zugeordnet werden, gefolgt von Vorstellungen auf Level 2 und 3 (Abbildung 9). Nach der Unterrichtssequenz ist im Interview 2 eine Entwicklung auf Level 3 zu verzeichnen, danach folgen erst Vorstellungen auf Level 2 und 1.

Die Prävorstellungen aus Interview 1 sind überwiegend nicht sachlich korrekt, wodurch sie auch nicht haltbar sind (Kap. 2.2.2). Die Ergebnisse aus Kapitel 3.2.3.2 zeigen, dass er teilweise keine Vorstellungen zu gestellten Fragen hat oder diese nicht in Worte fassen kann. Es könnte eine Leistungsverweigerung sein oder zu hohe sprachliche Anforderungen an den Schüler stellen (Kap. 3.1.1). Außerdem hat P. die Vorstellung davon, Luft ist Nichts, weil in dem Glas für ihn nichts enthalten ist (Kap. 3.2.3.2). Des Weiteren formuliert er eine nicht haltbare Vorstellung, von einem anderen Phänomen, in dem ein Luftballon in einer Flasche zwar aufgeblasen werden kann, aber nur mit der Begrenzung des Flaschenhalses (Kap. 3.2.3.1). Auf dem zweiten Level hat P. bereits die Prävorstellung, dass Luft existiert, aber nicht sichtbar ist und kann auch Gegenstände zur Luft richtig zuordnen (Kap. 3.2.3.2). In wenigen Vorstellungen im Interview

1 äußert er mehrere Fakten, die teilweise Zusammenhänge herstellen und so auf Level 3 eingeordnet werden können wie bspw., dass Luftblasen aus einer Wasserflasche aufsteigen, wenn sie im Wasserbecken gekippt wird (Kap. 3.2.3.2).

Im zweiten Interview überwiegen die Vorstellungen auf dem dritten Level. Es verändern sich die Aussagen, sodass P. nun die Postvorstellung hat, dass Luft Raum einnimmt und erst aus einem Gefäß entweichen muss, damit ein neuer Stoff den Raum einnehmen kann. Das zeigt er vor allem in der Beschreibung des dritten Versuchs, da er nun weiß, dass Luft in der Flasche ist und deshalb der Ballon nicht aufgeblasen werden kann, sondern erst, wenn die Luft durch ein Loch entwichen ist (Kap. 3.2.3.2). Diese Station hat zu einer Veränderung der Vorstellung beigetragen, da ein Konflikt ausgehend von seiner Prävorstellung bestand. Er erklärt mit mehreren Fakten, dass sich Luft draußen und in Räumen und auch im Glas befindet, generalisiert die Aussagen jedoch nicht auf eine Existenz überall, sodass die Vorstellung auf Level 3 bleibt. Es bleiben teilweise richtige Vorstellungen auf Level 2 vorhanden bspw. die, dass Luft nicht sichtbar ist, was daran liegen könnte, dass er die dritte Station nicht bearbeitet hat (Abbildung 5), wodurch er keine Luftblasen eigenständig beobachten konnte. Das spricht auch dafür, dass Schüler_innen aktiv und selbstbestimmt Erfahrungen im Unterricht sammeln müssen, damit sie Lerninhalte verarbeiten können (Kap. 2.3.2). Auf dem ersten Level bleibt die Vorstellung bestehen, dass er nicht zeigen kann, dass Luft in einem Glas enthalten ist, obwohl er es weiß (Kap. 3.2.3.2). Es könnte sein, dass die Übertragung der Versuche zu „Luft nimmt Raum ein“ auf einzelne Fragen, die sich nicht konkret auf die Versuche beziehen, seinem Entwicklungsstand nicht angemessen sind, wodurch das Herstellen von Zusammenhängen an dieser Stelle ausbleibt (Kap. 2.1; Kap. 3.2.3.2). Deshalb könnten auch ausdifferenzierte Vorstellungen ausbleiben, wodurch auch Generalisierung des Lerngegenstandes ausbleibt (Kap. 3.2.3.2).

3.2.4.3 Schüler M.

Die Veränderung der Prä- und Postvorstellungen aus Interview 1 und 2 zur Einschätzungsdimension „Luft nimmt Raum ein“ führt zu einer differenzierteren Vorstellung von Level 1 auf Level 3 (Kap. 3.2.3.3).

Im ersten Interview hat M. viele Vorstellungen auf Level 1, die nicht korrekt und nicht haltbar sind. Er hat teilweise gar keine Vorstellungen oder keine korrekten (Kap. 3.2.3.3), sodass er denkt, dass in einem Gefäß Luft enthalten ist, wenn es verschlossen ist. Er erklärt ähnlich zu seiner Zeichnung, Luft würde erst durch offene Fenster und Türen in ein Haus gelangen (Kap. 3.2.3.3). So hat er auch die Vorstellung im ersten Interview, dass Luft nichts ist, weil er davon ausgeht den Luftballon in einer Flasche aufblasen zu können (Kap. 3.2.3.3). Die Anzahl der kodierten Vorstellungen lassen eine Einschätzung auf dem ersten Level zu (Abbildung 10).

Während des Interviews benennt er auch einzelne richtige Fakten, die dem zweiten Level zugeordnet werden. Aus den Ergebnissen wird eine Prävorstellung über die Existenz von Luft ersichtlich, die aber als nicht sichtbar erklärt wird, sodass er zu der Beschreibung kommt, Luft könne man nicht sehen, dies jedoch mit der Existenz von Luft begründet (Kap. 3.2.3.2). Er stellt in seinen Prävorstellungen bereits Zusammenhänge her, die auf Level 3 eingestuft werden können, indem er beschreibt, dass Wasser nur in die Flasche fließen kann, wenn keine Knete den Trichter abdichtet. Werden die Vermutungen aus seinem Forschungsheft (Anhang 4.4.3) herangezogen, so wird keine Übereinstimmung deutlich, da er vor dem Versuch vermutet, es würde Wasser in beide Flaschen fließen.

Im zweiten Interview können die Postvorstellungen insgesamt auf Level 3 eingeschätzt werden, da M. viele Zusammenhänge beschreibt. Um an die Prävorstellung zur Station 4 anzuknüpfen, zeigt sich eine Veränderung dahin, dass er eine differenziertere Vorstellung davon hat, dass Luft Raum in Gefäßen einnimmt. Des Weiteren könne ein Stoff erst den Raum in einem Gefäß einnehmen, wenn die Luft aus dem Gefäß entweichen kann (Kap. 3.2.3.3). Diese Vorstellung zeigt sich in weiteren Aussagen, in denen er die Versuche miteinbezieht (Kap. 3.2.3.3). So könnte insgesamt eine positive Veränderung der Schülervorstellung aufgrund der Eigenaktivität und der Konfrontation der eigenen Vermutung durch ein überraschendes Ergebnis bedingt sein (Kap. 2.1.2; Kap. 2.2.2). Dem dritten Level kann außerdem die Vorstellung über die Existenz von Luft zugeschrieben werden, da diese nicht auf globaler Ebene generalisiert wird. Es folgen der Anzahl nach Vorstellungen auf Level 2, die bestehen bleiben, da er weiterhin erklärt, dass Luft nicht sichtbar ist (Kap. 3.2.3.3). Wird er nach einer Zeichnung gefragt, schafft er es nicht, auf die Skizzen der Versuche zurückzugreifen, da er Luft als Wind zeichnet (Kap. 3.2.3.3). Dies könnte daran liegen, dass er auch in seinem Forschungsheft keine Skizzen während der Stationsarbeit angefertigt hat und somit nicht auf sein Wissen zurückgreifen kann (Anhang 4.4.3). Herauszustellen ist bei M., dass sich im Vergleich zu den Prävorstellungen weitere Fehlvorstellungen gebildet haben, da er davon ausgeht, es würde mehr Luft in einer Flasche sein, wenn diese mit einem Deckel verschlossen ist (Kap. 3.2.3.3). Es bleiben wenige nicht haltbare Vorstellungen auf Level 1 nach der Unterrichtssequenz vorhanden. Dennoch schafft er es aber sogar auch, eine Vorstellung von Level 1 auf Level 4 zu generalisieren, da er um die Luft in einer Flasche mit und ohne Deckel weiß (Kap. 3.2.3.3).

3.2.4.4 Schülerin L.

Bei den Prä- und Postvorstellungen zeigt sich aus den Ergebnissen insgesamt eine Tendenz von Level 1 zu Level 3. Bei L. ist zu berücksichtigen, dass sie im ersten Interview zwar überwiegend

Vorstellungen auf dem ersten Level äußert, jedoch folgen die zweitmeisten Aussagen auf Level 3.

Trotzdem überwiegen innerhalb des ersten Interviews Prävorstellungen auf Level 1, die nicht haltbar sind. Dabei geht sie davon aus, dass in einem Glas nichts enthalten ist und beweist es, indem sie ihre Hand hineinsteckt (Kap. 3.2.3.4). Des Weiteren hat sie keine Raumvorstellung von der Luft, weil aus ihrer Sicht Wasser in eine Flasche laufen kann, wenn diese kopfüber in ein Becken mit Wasser getaucht wird (Kap. 3.2.3.4). Innerhalb ihrer Prävorstellungen erklärt sie, dass ein Luftballon in einer Flasche aufgeblasen werden kann und dieser nur von der Flasche begrenzt wird, wodurch ihr nicht bewusst ist, dass Luft in der Flasche enthalten ist (Kap. 3.2.3.4). Es folgen der Anzahl nach Prävorstellungen auf Level 3, in denen sie bereits Zusammenhänge herstellt und mehrere richtige Fakten benennt. Sie hat bereits im ersten Interview die Vorstellung davon, dass Luft überall auf der Welt und auch im Raum um sie herum existiert. Sie kann diese Vorstellung jedoch noch nicht ausdifferenzieren, wie auch oben beschrieben, weil sie diese noch nicht auf ein Glas übertragen kann (Kap. 3.2.3.4). Weiter hat sie auf diesem Level die Prävorstellung, dass Luft mit einem Deckel in Gefäßen eingeschlossen werden kann. Sie nennt wenige Vorstellungen, die auf dem zweiten Level eingeordnet werden. Hier begründet sie lediglich die teilweise richtige Vorstellung, dass Luft nicht gezeichnet werden kann und nicht sichtbar ist, weil sie unsichtbar ist (Kap. 3.2.3.4). In dem ersten Interview können keine generalisierten Vorstellungen auf Level 4 eingestuft werden.

Innerhalb des zweiten Interviews überwiegt eine ausdifferenzierte Postvorstellung insgesamt auf Level 3. Aus der Postvorstellung, dass in einem Glas nichts enthalten ist, entwickelt sie eine ausdifferenzierte Vorstellung, dass Luft enthalten ist (Kap. 3.2.3.4). Sie kann ihre Vorstellung beweisen, indem sie den Versuchsaufbau aus Station 1 heranzieht und die Luft im Becher erklärt, indem sie ihn kopfüber in ein Becken mit Wasser tauchen will (Kap. 3.2.3.4). Die Postvorstellung zeigt also, dass L. eine Vorstellung davon hat, dass Luft den Raum in Gefäßen einnimmt. Sie überträgt in diesem Zusammenhang die Postvorstellung auf die Station 3 und kann den Versuch korrekt erklären, obwohl sie ihn nicht selber durchgeführt hat. Das einzige Defizit ist hier, dass sie nicht beschreiben kann, dass Luftblasen aus der Flasche steigen, wenn diese gekippt wird; vermutlich, weil sie den Versuch nicht selbst beobachten konnte (Abbildung 5). Es folgen der Anzahl nach Vorstellungen auf Level 2, in denen L. einzelne richtige Fakten benennt. Herauszustellen ist, dass die Prävorstellung, Luft sei nicht sichtbar, auch in der Postvorstellung vorhanden bleibt. Zusätzlich kommt auf diesem Level eine Alltagsvorstellung hinzu, da sie Luft als Schutzschild von dem Inhalt des Bechers erklärt, wenn dieser kopfüber in

ein Wasserbecken getaucht wird. Diese Vorstellung ist aus der ersten Unterrichtsstunde entstanden, weil ein Kind erklärt hat, dass die Gummibären schwimmen können, weil die Luft das Schutzschild ist. Im übertragenen Sinne ist diese Vorstellung teilweise richtig, da die Luft das Wasser verdrängt, weshalb sie im Unterricht aufgenommen wurde. Nach dem zweiten Level folgen Vorstellungen auf dem vierten Level. Aus der Prävorstellung, dass nichts im Glas enthalten ist, konnte L. Luft als Stoff generalisieren, der überall existiert und auch in einem Glas enthalten ist. Außerdem hat sie Luft als Inhalt für Gefäße mit oder ohne Deckel generalisiert, weshalb sie diese Vorstellung auch nutzen kann, um Versuche zu erklären, die sie nicht eigenständig durchgeführt hat. Des Weiteren hat sie nach der Unterrichtssequenz eine ausdifferenzierte Vorstellung von Luft als Rauminhalt in Gefäßen, weil sie den Versuchsaufbau aus Station 3 heranzieht, um zu erklären, dass erst Wasser in den Becher strömen kann, wenn ein Loch in dem Becher ist (Kap. 3.2.3.4). Trotzdem entsteht wie beschrieben eine neue nicht haltbare Vorstellung auf Level 1, da sie die entwichene Luft aus einer Flasche nicht sehen kann (Kap. 3.2.3.4).

3.3 Diskussion der Ergebnisse

Insgesamt können Vorstellungen zur Luft aus vorhandener Literatur (Kap. 2.4.3) auch in den Ergebnissen der Schülervorstellungen verzeichnet werden. Gegen die Literatur spricht, dass Luft von Kindern im Grundschulalter kaum als „Nichts“ bezeichnet, sie haben generell eine Vorstellung von der Existenz der Luft. Trotzdem bewährt sich die Vorstellung, wie Möller (2013) beschreibt, dass ein Luftballon in einer Flasche aufgeblasen werden kann. In den Ergebnissen ist auch erkennbar, dass Schüler_innen innerhalb der Experimente Luft als Erklärung für ein Geschehen heranziehen können (Kap. 2.4.3). Die Postvorstellungen entwickeln sich auch bei den vier Kindern individuell, sodass sich teilweise eine Kombination aus Alltags- und wissenschaftlichen Vorstellungen ergibt (Kap. 3.2.4).

Die Ergebnisse können im Hinblick auf das Forschende Lernen diskutiert werden, indem untersucht wird, warum sich die Schülervorstellungen so entwickelt haben.

Die Ergebnisse der einzelnen Schüler_innen zeigen individuelle Ergebnisse sogar innerhalb der Forschungsteams auf. Die Unterrichtssequenz konnte demnach so offen gestaltet werden, dass jedes Kind auf seinem Entwicklungsniveau forschen konnte (Kap. 2.3.2). Das lässt eine Unterrichtsgestaltung nach dem Forschenden Lernen zu, aber wird auch durch altersheterogene Lerngruppen ermöglicht, da der Lernprozess auf individuellem Leistungsstand gestaltet werden kann (Kap. 2.1.1). Um die individuellen Lernprozesse zu erfassen, müssen zusätzlich die For-

schriftungshefte herangezogen werden (Anhang 4.4.). Zunächst wird deutlich, dass das Forschungsteam bestehend aus P. und L. drei Versuche durchgeführt hat und das Forschungsteam S. und M. nur zwei Versuche. Innerhalb der Teams kann herausgearbeitet werden, dass S. auf Level 1 des Forschenden Lernens gearbeitet hat, da sie eigenständige Erklärungen findet. Das differenzierte Material zeigt, dass S. Vermutungen, Beobachtungen und Ergebnisse gezeichnet hat, jedoch keine Erklärungen notiert hat (Anhang 4.4.1). Ihr Teampartner M. hat ebenfalls auf Level 1 des Forschenden Lernens gearbeitet, da er kein Forschungsmaterial für Erklärungen heranzieht. Seinem Forschungsheft ist zu entnehmen, dass er ausschließlich schreibt und keine Zeichnungen anfertigt (Anhang 4.4.3). In dem anderen Forschungsteam forscht P. auf Level 0, da er das Forschungsmaterial für die Erklärungen nutzt. Er nutzt die Differenzierungen aus und zeichnet, schreibt und klebt auf (Anhang 4.4.2). Seine Teampartnerin L. forscht auf Level 1-2, weil sie Erklärungen eigenständig aufschreibt, aber auch das Forschungsmaterial zum Aufkleben nutzt. Sie stellt ihre Vermutungen, Beobachtungen und Ergebnisse differenziert in Form von Zeichnungen und kurzen Sätzen dar (Anhang 4.4.4). Daraus ist zu entnehmen, dass das Forschende Lernen innerhalb einer Lerngruppe das Forschen auf verschiedenen Leveln zulässt (Kap. 2.3.2). Die ausdifferenzierten Postvorstellungen zeigen, dass sich eine offene Unterrichtsgestaltung positiv auswirkt. Differenzierung durch das Material muss also auch nicht in unteren Jahrgangsstufen stigmatisierend erfolgen, da sich alle Postvorstellungen der vier Kinder individuell hin zu wissenschaftlicheren Vorstellungen auf einem höheren Level als ihr Ausgangslevel entwickelt haben (Kap. 3.2.4). Werden innerhalb des Forschungsheftes die Phasen des Forschungskreislaufes betrachtet, so ist festzustellen, dass nicht alle Kinder ihre Erklärungen notiert haben. Die zweiten Interviews zeigen dennoch, dass sie die Stationen erklären können, um das Lernziel der Unterrichtssequenz zu erreichen. Das eigenständige Forschen steht in den unteren Jahrgängen der Grundschule im Vordergrund (Kap. 2.3.2), trotzdem sollte der Forschungskreislauf früh im Sachunterricht etabliert werden, damit naturwissenschaftliche Methoden erlernt werden (Kap. 2.3.2). Diese sind für ein anschlussfähiges Wissen an weiterführenden Schulen notwendig (Kap. 2.3.1).

Zusammenfassend stellen die Ergebnisse dar, dass Schüler_innen der ersten und zweiten Klasse von ihrem Stand der Entwicklung bereit sind, komplexe Themen der unbelebten Natur, also naturwissenschaftliche Inhalte zu erlernen (Kap. 3.2.3). Dies entspricht den Theorien von Koberer und Sodian (2011) und Marquardt-Mau (2010). Es bleibt jedoch offen, ob die Altersheterogenität der Forschungsteams als Ressource genutzt wurde (Kap. 2.1.1). Die Ergebnisse zeigen bei allen Kindern eine Veränderung der Schülervorstellung über zwei Level, außer bei der leistungsstarken Erstklässlerin S., bei der sich die Vorstellung vom zweiten auf das dritte Level

entwickelt hat. Dadurch bleibt die Frage der Ressource offen und wird im nächsten Kapitel aufgegriffen, wenn die Teamzusammensetzung reflektiert wird.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Unterrichtssequenz positiv auf die Ergebnisse ausgewirkt hat.

3.4 Reflexion der empirischen Forschung

In diesem Kapitel werden die Erhebungsmethode, die Unterrichtssequenz und die Auswertungsmethoden reflektiert.

3.4.1 Reflexion der Erhebungsmethode

Die Erhebung der Schülervorstellungen anhand eines Leitfaden-Interviews konnte differenzierte Gedanken der Kinder erfassen. Durchaus positiv stellte sich heraus, dass das Leitfaden-Interview zulässt, weitere Nachfragen zu stellen, um die Vorstellungen der Kinder zu verstehen. Teilweise konnte jedoch das Interview als eine herausfordernde Situation beobachtet werden (Kap. 3.2.1.1), da bspw. ein eher leistungsschwächeres Kind der ersten Klasse im ersten Interview sehr lange für die Formulierungen der Gedanken braucht. Weiter muss die Bedeutungsäquivalenz einiger Fragen zwischen Interviewerin und Schüler_innen berücksichtigt werden (Kap. 3.2.1.1), da z.B. kaum ein Kind nach dem Interview Luft zeichnen konnte, obwohl Skizzen der Versuche möglich gewesen wären. Jedoch zeigen die Antworten der Kinder, dass sich alltagsnahe Themen wie „Luft“ eignen, um in ihrem Alter Interviews führen zu können (Kap. 3.2.1.1). Unterstützt wurde dies durch Methoden, wie das Zeichnen von Gedanken, um auch verbalen Schwierigkeiten entgegenzuwirken. Das haben zwei von vier Kindern genutzt, was zeigt, dass es ihnen in der Situation half. Das weitere Material trug ebenfalls zur Kommunikationsförderung bei, da Sprachanlässe gegeben waren. Die Bildkarten als Einstiegsmaterial wirkten sich zwar positiv auf die Kommunikation aus, sollten allerdings spezifisch zum Thema ausgewählt werden, um sie für die Auswertung verwenden zu können. Daraus kann die Problematik angerissen werden, dass nicht alle Inhalte des Interview-Leitfadens in der Unterrichtssequenz aufgegriffen werden, wodurch sich nicht alle Prävorstellungen hin zu wissenschaftlicheren Postvorstellungen entwickeln konnten (Kap. 3.2.1.2). Die vielfältigen Ergebnisse zeigen, dass die Erwartungen an das Interview teils bestätigt werden konnten (Kap. 3.2.3). Es ist aber auch zu vermerken, dass Schüler_innen bereits in der ersten und zweiten Klasse eine generalisierte Raumvorstellung von Luft haben können, die es weiterauszubauen gilt (Kap. 3.2.4.1).

Innerhalb der Interviewsituation scheint die Videographie nicht als hinderlich, was auch daran liegen könnte, dass die Kinder mich bereits kennen und so eine vertraute Person innerhalb der fremden Situation um sich haben. Zu der eigenen Rolle als Interviewerin kann reflektiert werden, dass ich mich im ersten Interview stark am Leitfaden orientiert habe, sodass kaum ein Kommunikationsfluss da war. Es wären mehr Nachfragen nötig gewesen, um genauere Vorstellungen der Kinder hervorzubringen. Im zweiten Interview waren die Situation und der Leitfaden vertrauter, wodurch der Gesprächsfluss vorhanden war und auch die Kinder eine höhere Kommunikationsbereitschaft zeigten. Insgesamt sollten die Aussagen weniger kommentiert bleiben, damit keine Wertung innerhalb des Interviews entsteht. Ich hätte die Zusammenfassung der Schülervorstellungen öfter von den Kindern selbst anfordern sollen, damit nicht nur eine Zustimmung der Schüler_innen erfolgt.

3.4.2 Reflexion der Unterrichtssequenz

Das 5E-Modell des Forschenden Lernens ist eine gute Strukturierungshilfe für die Unterrichtssequenz, da es eine Organisation mehrerer aufbauender Stunden zulässt (Kap. 2.3.2).

In der Engage-Phase kann das Storytelling als gelungene Methode verzeichnet werden, um Interesse zu wecken und Betroffenheit auszulösen. Es wurde ein Problem kindgerecht und altersangemessen in eine Geschichte verpackt, wodurch die Kinder einen Zugang zum Thema fanden (Kap. 2.3.3; Kap. 3.1.2). Innerhalb der Explore-Phase ermöglichte die Stationsarbeit einen individuellen Lernprozess (Kap. 3.3). Die altersheterogenen Forschungsteams wirken sich auf eine positive Veränderung der Schülervorstellungen aus. Es bleibt die Zusammensetzung der Teams zu reflektieren, da nicht untersucht werden kann, ob es eine optimale Veränderung der Schülervorstellungen gab. Daraus ergibt sich die Frage, ob die leistungstärkeren Kinder optimal von ihrem Teammitglied profitiert haben, was die vorliegende Arbeit nicht untersuchen kann. Außerdem sind die Stationen zu reflektieren, weil sie nur die Dimension „Luft nimmt Raum ein“ erfassen. Die Schüler_innen können lediglich argumentieren, dass Luft nicht Nichts ist, weil sie Raum einnimmt. Auch die Reihenfolge der Versuche muss überdacht werden. So könnte sinnvoll sein, die Station 2 als Einführung für alle Kinder heranzuziehen, da diese elementar zeigt, dass Luft in Form von Luftblasen sichtbar wird. Das zeigen auch die Ergebnisse, weil diese Erkenntnis weitgehend ausbleibt (Kap. 3.2.4). Die Anzahl der Stationen kann als angemessen gesehen werden, weil die Kinder zwei bis drei Stationen von fünf schafften. Reflektiert werden muss jedoch, dass die Aussagen im Interview nicht mit den erledigten Stationen des Forschungsheftes übereinstimmen. In der Explain-Phase kommen die Kinder zu eigen-

ständigen Erklärungen. Diese Phase hätte jedoch ausführlicher ausfallen können, damit die Kinder bspw. eigene kleine Präsentationen vorbereiten können, um allen Schüler_innen alle Stationen zu präsentieren. In Anbetracht der zur Verfügung stehenden Schulstunden musste die Explain-Phase auf wenig Zeit begrenzt werden. Zusammenfassend scheint diese trotzdem ausreichend gewesen zu sein, da die Ergebnisse zeigen, dass Schüler_innen Versuche erklären können, obwohl sie diese nicht selbst durchgeführt haben.

3.4.3 Reflexion der Auswertungsmethoden

Die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) ermöglicht das Material so zu abstrahieren, dass nur notwendige Ausschnitte analysiert werden können (Kap. 3.2.2). Positiv ist zu vermerken, dass dabei das Material nicht isoliert, sondern im Kontext betrachtet und ausgewertet werden kann. Die Methode der skalierenden Strukturierung ermöglicht, dass nur die Relevante Dimension „Luft nimmt Raum ein“ anhand aus der Theorie abgeleiteter Ausprägungen eingeschätzt werden kann und nicht das gesamte Material. Daraus kann die Problematik abgeleitet werden, einen Kodierleitfaden so zu entwickeln, dass er das Gütekriterium der Intercoderreliabilität erfüllt (Kap. 3.2.2.1). Das einzuschätzende Material basiert auf Schülervorstellungen der interviewten Kinder, die hoch komplex sind. Es bleibt zu reflektieren, ob diese überhaupt gewährleistet werden kann. Da berücksichtigt werden muss, dass trotz Kodierleitfaden ein gewisser Interpretationsspielraum zwischen Analytikern besteht. Die Kodierregeln versuchen dem entgegen zu wirken, sodass ein hohes Maß an Übereinstimmung erreicht wird.

Die Software MAXQDA vereinfacht die Auswertung, da Videos direkt kodiert werden können. Der Umgang damit ist relativ leicht, sodass die Ergebnisse übersichtlich dargestellt werden können (Kap. 3.2.2.2). Herauszustellen ist, dass zusätzliche Variablen der Forschung berücksichtigt werden können, die dann übersichtlich für die Auswertung verwendet werden können (Kap.3.2.3).

Insgesamt ermöglicht die Auswertungsmethode eine Beantwortung der Forschungsfrage, die im Fazit ausführlich erfolgt.

4 Fazit

Die vorliegende Arbeit bettet das Thema der Veränderungen von Schülervorstellungen in einen theoretischen Kontext des Alters und des inklusiven naturwissenschaftlichen Sachunterrichts ein.

In Kapitel 2 und 3 wurde betont, dass Schülervorstellungen im Unterricht zu berücksichtigen sind, um besonders altersheterogenen Lerner_innen gerecht zu werden. Ein Unterricht, der Schülervorstellungen und Lernausgangslagen berücksichtigt, ermöglicht eine Unterrichtsgestaltung auf dem Niveau individueller Entwicklungsstände (Kap. 2; Kap. 3). Ein erfolgreicher naturwissenschaftlicher Sachunterricht wird so konzipiert, dass eine Veränderung der Schülervorstellung hin zu wissenschaftlicheren Vorstellungen vorhanden ist (Kap. 2.2.3). Das Forschende Lernen ist ein Ansatz, der an das Vorwissen der Schüler_innen anknüpft, den Schülervorstellungen anhand eines gemeinsamen Lerngegenstandes begegnet und dadurch individuelle Lernprozesse zulässt. Die empirische Untersuchung liefert auf die Forschungsfrage: „**Inwiefern kann eine Unterrichtssequenz nach dem Forschenden Lernen Schülervorstellungen in einer altersheterogenen Lerngruppe verändern?**“ folgende Ergebnisse. Die Unterrichtsgestaltung fördert eine positive Veränderung der Schülervorstellungen zur Dimension „Luft nimmt Raum ein“. Fast alle Kinder entwickeln ihre Gesamtanzahl an Vorstellungen um zwei Level, insgesamt auf Level 3, sodass ihre sachlich richtigen Vorstellungen überwiegen, in denen sie es schaffen mehrere Fakten zu benennen und teilweise Zusammenhänge innerhalb der Dimension herzustellen. Das gilt für das Team bestehend aus einem leistungsschwächeren Erstklässler und einer leistungstärkeren Zweitklässlerin, wie auch für eine leistungstärkere Erstklässlerin und einem leistungsschwächeren Zweitklässler. Dabei bleibt zu erwähnen, dass die leistungstärkere Erstklässlerin bereits viele sachlich korrekte Vorstellungen auf dem zweiten Level mitbringt, sodass die Entwicklung hier um ein Level, von Level 2 auf Level 3, erfolgt. Werden die Ergebnisse aufgrund der Unterrichtssequenz begründet, so zeichnen individuelle Lernwege, sogar innerhalb der Teams, die Unterrichtsgestaltung aus. Die Unterrichtskonzeptionen nach dem Forschenden Lernen lassen vielfältige Lernprozesse zu, wodurch sachlich korrekte Postvorstellungen zur Einschätzungsdimension festgehalten werden können. Insgesamt kann also die Forschungsfrage damit beantwortet werden, dass einer Veränderung hin zu sachlich korrekten und zusammenhängenden Vorstellungen möglich ist, die allerdings wenig generalisiert werden.

Es bleibt offen, ob die Zusammensetzung der Teams eine optimale Entwicklung der Schülervorstellungen ermöglichen. Dieser Gedanke entsteht aus der Entwicklung der leistungstärkeren Erstklässlerin, sodass interessant wäre, ob sie eine andere Entwicklung vorgenommen hätte, wenn sie mit leistungstärkeren Schüler_innen der zweiten Klasse zusammengearbeitet hätte. Die Untersuchung kann des Weiteren nicht ausführlich erfassen, wie das Forschungsmaterial, wie die Bildkarten für den Versuchsaufbau, im Forschungsprozess integriert wurden. Außer-

dem kann nicht untersucht werden, wie die Arbeit innerhalb der Teams verlaufen ist. Eine Videobegleitung, könnte den Forschungsprozess erfassen und somit genau analysieren, inwiefern das Forschende Lernen zu der Veränderung der Schülervorstellung beiträgt.

Insgesamt leistet die Arbeit einen Beitrag dazu, Themen der unbelebten Natur und naturwissenschaftliche Methoden im anfänglichen Sachunterricht der Grundschule zu etablieren. Die Prävorstellungen zeigen, dass bereits Kinder im Alter von 6-8 Jahren Vorstellungen über naturwissenschaftliche Basiskonzepte mit in den Unterricht bringen, an die im Sachunterricht angeknüpft werden kann. Kein Kind zeigte eine Überforderung mit dem Lerngegenstand, was ebenfalls für Themen der unbelebten Natur spricht.

Aus der Forschung ergibt sich folgende Bedeutung für meine Profession. Es ist vermutlich unmöglich mit allen Kindern vor einer Unterrichtseinheit Einzelinterviews zu führen, um die Prävorstellungen zu einem Inhalt kennenzulernen. Trotzdem zeigt mir der Forschungsprozess, dass ich Einblicke in die detaillierten Vorstellungen der Kinder erhalten habe, an die ich meinen Unterricht adaptieren kann. Es war für mich spannend die individuelle Entwicklung einzelner Kinder genauer zu untersuchen und herauszufinden, dass sie in der Lage sind komplexe Zusammenhänge durch eine Zeitstunde, in der sie Experimente durchgeführt haben, herzustellen. Die Forschungsergebnisse zeigen mir außerdem, dass ich den Ansatz des Forschenden Lernens im Unterricht einsetzen kann, um diversen Lernausgangslagen begegnen zu können. Ich kann damit einen Unterricht konzipieren, in dem alle Schüler_innen auf ihrem Entwicklungsstand einen individuellen Lernprozess gestalten können. Dabei muss ich mir bewusst sein, dass differenzierte Lernwege im Unterricht berücksichtigt werden. Aus dem Projektband zum inklusiven Naturwissenschaftsunterricht, aus dem ebenfalls ein Projekt zum Forschenden Lernen in der Grundschule entstanden ist, und auch aus den Ergebnissen meiner Masterarbeit entwickelt sich das Interesse eines AG-Angebots an der Grundschule Drangstedt-Elmlohe. Bis zum Referendariat werde ich dort als pädagogische Mitarbeiterin tätig sein und auch ein Ganztagsangebot anbieten. Daran werden sogar altersheterogene Lerner_innen von Klasse 1-4 teilnehmen, mit denen zu Themen der unbelebten Natur geforscht wird.

In weiteren Masterarbeiten werden Schülervorstellungen zu verschiedenen Themen der unbelebten Natur erforscht, nach einer Unterrichtsgestaltung des Forschenden Lernens. Die Ergebnisse aller Arbeiten könnten einen Beitrag dazu leisten, dass das Forschende lernen eine positive Veränderung begünstigt.

Literaturverzeichnis

- Abels, S. & Koliander, B. (2017). Forschendes Lernen als Beispiel eines inklusiven Ansatzes im Fachunterricht. In: B. Schörkhuber, M. Rabl & H. Svehla (Hrsg.), *Vielfalt als Chance. Vom Kern der Sache* (S. 53-60). Wien: LIT Verlag.
- Abels, S., Lautner, G. & Lembens, A. (2014). Mit „Mysteries“ zu Forschendem Lernen im Chemieunterricht. *Chemie & Schule*, 29 (3). 20-21.
- Abrams, E., Southerland, S. A. & Evans, C. (2008). Introduction. Inquiry in the classroom: Identifying Necessary Components of a Useful Definition. In E. Abrams, S. A. Southerland & P. Silva (Eds.), *Inquiry in the classroom. Realities and Opportunities* (S. xi-xliii), Charlotte, North Carolina: Information Age Publishing.
- Arnold, J., Kremer, K. & Mayer, J. (2017). Scaffolding beim Forschenden Lernen. Eine empirische Untersuchung zur Wirkung von Lernunterstützungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaft*, 23, 21-37.
- Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik. Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Berlin & Heidelberg: Springer Verlag.
- Barke, H.-D., Harsch, G., Marohn, A. & Krees, S. (2015). *Chemiedidaktik kompakt. Lernprozesse in Theorie und Praxis* (2. Aufl.). Berlin & Heidelberg: Springer Spektrum.
- Bell, Thorsten (2010). Forschendes Lernen. *Piko-Brief*, 11, 1-6.
- Bertelsmeier, P. & Dahlhaus, J. (2010). *Naturwissenschaftlich-technische Früherziehung für sozialpädagogische Berufe*. Troisdorf: Bildungsverlag EINS GmbH.
- Berton, M. & Schäfer, J. (2005). Politische Orientierung von Grundschulkindern. Ergebnisse von Tiefeninterviews und Pre-Tests mit 6-7-jährigen Kindern. Arbeitspapiere – Mannheimer Zentrum für Europäische Sozialforschung. *Arbeitspapiere – Mannheimer Zentrum für Europäische Sozialforschung*, 86. <http://www.mzes.uni-mannheim.de/publications/wp/wp-86.pdf> (12.06.2018).
- Bogner, M. (2016). *Schülervorstellungen in der Physik*. [http://www.physikdidaktik.info/data/_uploaded/Delta_Phi_B/2016/Bogner\(2016\)Schuelervorstellungen_in_der_Physik_DeltaPhiB.pdf](http://www.physikdidaktik.info/data/_uploaded/Delta_Phi_B/2016/Bogner(2016)Schuelervorstellungen_in_der_Physik_DeltaPhiB.pdf) (06.06.2018).
- Blanchard, M.R., Southerland, S.A., Osborne J.W., Sampson V.D., Anetta, L.A. & Granger, E.M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the

- relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94 (4), 577-616.
- Bybee, R.W. (2009). *The BSCE 5E instructional model and 21st century skills*. Washington, DC: The National Academies Board on Science Education.
- Childs, P. E. & Ryan, M. (2016). Strategies for Teaching the Language of Science. In S. Markic & S. Abels (Hrsg.), *Science Education towards Inclusion. Education in a competitive and globalizing World* (S. 43-66). New York: Nova Science Publishers.
- Collins, A. (Hrsg.) (1984). *Development during middle childhood. The years from six to twelve*. Washington D.C.: National Academic Press.
- Demtröder, W. (2018). *Experimentalphysik I. Mechanik und Wärme* (8. Aufl.). Berlin: Springer Spektrum.
- Demuth, R. & Kahlert, J. (2007). *Übergänge gestalten*. <https://www.schulportal-thueringen.de/get-data/abcf5472-82c2-434b-80ff-bf26e08412de/N10.pdf> (29.05.2018).
- Demuth, R. & Rieck, K. (2005). *Schülervorstellungen aufgreifen – grundlegende Ideen entwickeln*. http://sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_STG/NaWi-Module/N3.pdf (23.05.2018).
- Duit, R. (1993). Schülervorstellungen – von Lerndefiziten zu neuen Unterrichtsansätzen. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik*, 4 (16), 16-23.
- Duit, R. (2010). Schülervorstellungen und Lernen von Physik. *Piko-Brief*, 1, 1-5.
- Educalingo (2018): *Schüler*. <https://educalingo.com/de/dic-de/schuler> (13.05.2018).
- Einsiedler, W. (2002). Empirische Forschung zum Sachunterricht- ein Überblick. In K. Spreckelsen, K. Möller & A. Hartinger (Hrsg.), *Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Esslinger-Hinz (2010). Vorwort. In H. Hahn & B. Berthold (Hrsg.), *Altersmischung als Lernressource. Impulse aus Fachdidaktik und Grundschulpädagogik* (S.3-4). Hohengehren: Schneider Verlag.
- Fiedler, A. (2010). Die Clara-Grunewald-Schule auf dem Weg zur inklusiven altersgemischten Primarschule. In A. Hinz, I. Körner & U. Niehoff (Hrsg.), *Auf dem Weg zur Schule für alle. Barrieren überwinden – inklusive Pädagogik entwickeln* (S. 181-191). Marburg: Lebenshilfe-Verlag.

- Flick, U. (2002). *Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung* (6. Aufl.). Reinbek: Rohwolt Taschenbuch Verlag GmbH.
- GDSU (Hrsg.) (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht* (vollst., überarb., erweit. Ausg.) Regensburg: Julius Klinkhardt.
- Gebauer, M. & Simon, T. (2012). Inklusiver Sachunterricht konkret: Chancen, Grenzen, Perspektiven. *widerstreit-sachunterricht*, 18, 19 Seiten.
- Giest, H. (2011). Sachunterricht und Inklusion. In H. Giest, A. Kaiser & C. Schomaker (Hrsg.), *Sachunterricht – auf dem Weg zur Inklusion* (S.13-22). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Greinstetter, R. (2008). *Naturwissenschaftliches Experimentieren in der Grundschule. Eine empirische Studie zu konstruktivistisch orientiertem Lernen und Lehren*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Gräber, W. & Stork, H. (1984). Die Entwicklungspsychologie Jean Piagets als Mahnerin und Helferin des Lehrens im naturwissenschaftlichen Unterricht. Teil 2. *MNU Journal*, 37 (5), 261-266.
- Götz, M., Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Hartinger, A., Reeken, von D. & Wittkowske, S. (2015). Didaktik des Sachunterrichts als bildungswissenschaftliche Disziplin. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2. Aufl.) (S.13-26). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Hartinger, A. (2001). Entdeckendes Lernen. In W. Einsiedler, M. Götz, A. Hartinger, F. Heinzel, J. Kahlert & U. Sandfuchs (Hrsg.), *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik* (S. 330-335). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hartinger, A. & Lange-Schubert, K. (Hrsg.) (2017). *Sachunterricht – Didaktik für Grundschule* (4. Aufl.). Berlin: Cornelsen.
- Heinzel, F. (2007). Altersstufen, Altersmischung und Generationenbeziehungen in der Grundschule. In H. de Boer, K. Burk & F. Heinzel (Hrsg.): *Lehren und Lernen in jahrgangsgemischten Klassen* (S. 32-43). Frankfurt am Main: Grundschulverband.
- Hempel, M. & Kohlscheen, K. (2011). Interesse, (Hoch-)Begabung und Inklusion. In H. Giest, A. Kaiser & C. Schomaker (Hrsg.), *Sachunterricht – auf dem Weg zur Inklusion* (S.49-56). Kempten: Julius Klinkhardt.

- Heran-Dörr, E. (2011). *Von Schülervorstellungen zu anschlussfähigem Wissen im Sachunterricht*. http://www.ssg-bildung.ub.uni-erlangen.de/Von_Schuelervorstellungen_zu_anchlussfaehigem.pdf [15.05.2018].
- Heran-Dörr, E. (2012). *Physikalische Inhalte im Anfangsunterricht. Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten (er)kennen und berücksichtigen*. https://www.univie.ac.at/pluslucis/FBW0/FBW2012/Material/Heran-Doerr_Schuelervorstellungen.pdf (13.05.2018).
- Hesse, G. (2007). Jahrgangsübergreifend mit vier Jahrgängen – Wie geht das? Jahrgangsspezifische Themen für alle. *Praxis Grundschule*, 6, 16-18.
- Hinz, A (2010). Schlüsselemente einer inklusiven Pädagogik und einer Schule für alle. In A. Hinz, I. Körner & U. Niehoff (Hrsg.), *Auf dem Weg zur Schule für alle. Barrieren überwinden – inklusive Pädagogik entwickeln* (S. 63-74). Marburg: Lebenshilfe-Verlag.
- Hinz, A. (2011). Inklusive Pädagogik – Vision und konkretes Handlungsprogramm für den Sachunterricht?. In H. Giest, A. Kaiser & C. Schomaker (Hrsg.), *Sachunterricht – auf dem Weg zur Inklusion* (S.23-38). Kempten: Julius Klinkhardt.
- Hofer, E., Abels, S. & Lembens, A. (2016). Forschendes Lernen und das 5E-Modell. *PLUS LUCIS 1*, 4.
- Ingenkamp, K. (1969). *Zur Problematik der Jahrgangsklasse*. Weinheim: Beltz.
- Jung, W. (1986). Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik/Chemie*, 34 (13) 2-6.
- Kahlert, J. & Heimlich, U. (2012). Inklusionsdidaktische Netze – Konturen eines Unterrichts für alle (dargestellt am Beispiel des Sachunterrichts). In U. Heimlich & J. Kahlert (Hrsg.), *Inklusion in der Schule und Unterricht. Wege zur Bildung für alle* (S. 153-190). Stuttgart: Kohlhammer.
- Kaiser, A. & Pech, D. (2008). Lernen lernen? Grundlagen für den Sachunterricht. In A. Kaiser & D. Pech (Hrsg.), *Lernvoraussetzungen und Lernen im Sachunterricht* (S.3-26). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion – eine praktische Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S.93-104). Berlin: Springer Verlag.

- Kauertz, A, Fischer, H. E., Mayer, J., Sumfleth, E. & Walpuski, M. (2010). Standardbezogene Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften der Sekundarstufe 1. *Zeitschrift der Naturwissenschaftsdidaktik*, 16, 135-153.
- KMK (2015). *Empfehlung zur Arbeit in der Grundschule*. https://www.kmk.org/fileadmin/Daten/veroeffentlichungen_beschluesse/1970/1970_07_02_Empfehlungen_Grundschule.pdf, (20.05.18).
- KMK (o.J.a). *TIMSS*. <https://www.kmk.org/themen/qualitaetssicherung-in-schulen/bildungsmonitoring/internationale-schulleistungsvergleiche/timss.html> (06.06.2018).
- KMK (o.J.b): *PIRLS/IGLU*. <https://www.kmk.org/themen/qualitaetssicherung-in-schulen/bildungsmonitoring/internationale-schulleistungsvergleiche/pirlsiglu.html> (06.06.2018).
- Koerber, S. & Sodian, B. (2011). Kognitive Entwicklung und Anfangsunterricht. In E. Gläser (Hrsg.), *Sachunterricht im Anfangsunterricht. Lernen im Anschluss an den Kindergarten* (S. 63-78) Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Kuckartz, U. (2014). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (2. Aufl.). Weinheim & Basel: Beltz Juventa.
- Köster, H. (2006). Freies Explorieren mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht. In G. Lück & H. Köster (Hrsg.), *Physik und Chemie im Sachunterricht*. (S. 43-53). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Lamnek, S. (2010). *Qualitative Sozialforschung* (5. Aufl.). Weinheim & Basel: Beltz.
- Lembens, A. & Abels, S. (2015a). Mysteries als Einstieg ins Forschende Lernen im Chemieunterricht. *Chemie & Schule*, 30(1b), 3-5.
- Lembens, A. & Abels, S. (2015b). Forschendes Lernen nach dem 5E-Modell und Showmanship. *Chemie & Schule*, 30(1b), 6-7.
- Lück, G. (2009). *Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung. Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen* (7. Aufl.). Freiburg: Verlag Herder GmbH.
- Lück, G. & Köster, H. (Hrsg.). *Physik und Chemie im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Lück, G. & Risch, B. (2011). Naturwissenschaftlicher Unterricht im Anfangsunterricht. In E. Gläser (Hrsg.), *Sachunterricht im Anfangsunterricht – Lernen im Anschluss an den Kindergarten* (S. 80-96). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

- Marquardt-Mau, B. (2010). Naturwissenschaften von Anfang an – mit Kindern forschen und entdecken. In Barnitsky, H & U. Hecker (Hrsg.), *Allen Kindern gerecht werden. Aufgabe und Wege* (S. 298-306). Frankfurt am Main: Grundschulverband.
- Marquardt-Mau, B. (2011). Der Forschungskreislauf: Was bedeutet forschen im Sachunterricht?. In Deutsche Telekom Stiftung & Deutsche Kinder- und Jugendstiftung gemeinnützige GmbH (Hrsg.), *Wie gute naturwissenschaftliche Bildung an Grundschulen gelingt. Ergebnisse und Erfahrungen aus prima(r)forscher. Primarforscher*, 32-37.
- Marquardt-Mau, B. & Hoffmann, Y. (2010). Naturwissenschaften für Kinder in altersgemischten Lernsituationen. In H. Hahn & B. Berthold (Hrsg.), *Altersmischung als Lernressource. Impulse aus Fachdidaktik und Grundschulpädagogik* (S. 258-284). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Weinheim & Basel: Beltz Verlag.
- Mester, T. & Blumberg, E. (2017). Inklusionsbezogenes fachdidaktisches Wissen angehender Sachunterrichtslehrkräfte – zur Entwicklung eines empirisch gestützten Modells. *GDSU-Journal*, 7, 9-26.
- Miller, S. (2011). Unterrichtskonzeptionen zwischen Offenheit und Strukturiertheit: Orientierungen für den Sachunterricht im Anfangsunterricht. In E. Gläser (Hrsg.), *Sachunterricht im Anfangsunterricht. Lernen im Anschluss an den Kindergarten* (S. 194-207). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Minnemann, M. (2018). *Forschendes Lernen zum Thema ‚Trennverfahren‘ inklusiv gestalten – Ein Abschlussbericht zur videobasierten Studie im naturwissenschaftlichen Sachunterricht der vierten Klasse* (Unveröffentlichtes Manuskript).
- Möller, D. (2003). *Luft. Chemie · Physik · Biologie · Reinhaltung · Recht*. Berlin & New York: Walter de Gruyter.
- Möller, K. (2001). Genetisches Lehren und Lernen – Facetten eines Begriffes. In D. Cech, B. Feige, J. Kahlert, G. Löffler, H. Schreier, H.-J. Schwier & U. Stoltenberg (Hrsg.), *Die Aktualität der Pädagogik Martin Wagenscheins für den Sachunterricht* (S.15-30). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

- Möller, K. (2013). Lernen von Naturwissenschaft heisst: Konzepte verändern. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.-9. Schuljahr* (2. Aufl.) (S. 57-72). Bern: Haupt Verlag.
- Müller, R., Wodzinski R. & Hopf, M. (Hrsg.) (2007). *Schülervorstellungen in der Physik* (2. Aufl.). Köln: Aulis Verlag Deubner.
- National Research Council (1996). *The National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy of Sciences.
- Nicklaus, I. (2007). Lernen in altersgemischten Gruppen. Ein Erfahrungsbericht. *Praxis Grundschule*, 6, 12-13.
- Niedersächsisches Kultusministerium (Hrsg.) (2017a). *Jahrgangsgemischte Eingangsstufe. Ein Weg zum erfolgreichen Lernen. Informationen für Eltern, Lehrkräfte und Schulen*. file:///C:/Users/Mareka/Downloads/2017.05.29_FLYER_Eingangsstufe_2017_web%20(1).pdf (20.05.17).
- Niedersächsisches Kultusministerium (Hrsg.) (2017b). *Kerncurriculum für die Grundschule. Schuljahrgänge 1-4. Sachunterricht*. Hannover: Unidruck.
- Nießeler, A. (2015). Lebenswelt/Heimat als didaktische Kategorie. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2. Aufl.) (S.163-167). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Noll, H. (2010). Individuelle Lernprozesse in altersgemischten Lerngruppen. Die Flexible Schuleingangsphase (FLEX) im Land Brandenburg. In H. Bartnitzky & U. Hecker (Hrsg.), *Allen Kindern gerecht werden. Aufgaben und Wege* (S. 72-88). Frankfurt am Main: Grundschulverband.
- OECD (2018). *What is PISA?*. <http://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/> (06.06.2018).
- Oerter, R. (2008). Kultur Ökologie und Entwicklung. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (6. vollst. überarb. Aufl.) (S. 85-116). Weinheim & Basel: Beltz Verlag.
- O’Leary, S. (2016). Science Differentiation. Professional Development for Teachers. In S. Marick & S. Abels (Hrsg.), *Science Education towards Inclusion. Education in a competitive and globalizing World* (S. 169-191). New York: Nova Science Publishers.

- Petermann, F. & Windmann, S. (1993). Sozialwissenschaftliche Erhebungstechnik bei Kindern. In M. Markefka & B. Nauk (Hrsg.), *Handbuch der Kindheitsforschung* (S. 125-139). Neuwied: Luchterhand.
- Prengel, A. (1993). *Pädagogik der Vielfalt. Verschiedenheit und Gleichberechtigung in Interkultureller, Feministischer und Integrativer Pädagogik* (3. Aufl.). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Puddu, S. & Koliander, B. (2013). Diversität beim Forschenden Lernen. Berücksichtigung von Migration und Alter im Chemieunterricht. *Unterricht Chemie*, 24 (135). 26-30.
- Reeken, von D. (2015). Historische Aspekte. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2. Aufl.) (S.163-167). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Riegert, J. (2016). Lerngegenstände und ihre (Re-)Konstruktion im zieldifferenten Unterricht – Forschungsperspektiven. In O. Musenberg & J. Riegert (Hrsg.), *Didaktik und Differenz* (S. 215-232). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Rott, L. & Marohn, A. (2017). Choice²explore – Eine an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtskonzeption für den inklusiven Sachunterricht. *GDSU-Journal*, 7, 105-116.
- Saye, J. & Brush, T. (2002). Scaffolding critical reasoning about history and social issues in multimedia-supported learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 50 (3), 77-96.
- Schneider, I. K. & Oberländer F. (2008). *Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule. Was Kinder können – was Kinder brauchen*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Schönknecht, G. (2010). Jahrgangsmischung im Sachunterricht. In H. Hahn & B. Berthold (Hrsg.), *Altersmischung als Lernressource. Impulse aus Fachdidaktik und Grundschulpädagogik* (S. 242-257). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Seitz, S. (2005). *Zeit für inklusiven Sachunterricht*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

- Seitz, S. (2006). Die Frage nach dem 'Kern der Sache'. *Zeitschrift für Inklusion*, 1. <https://www.inklusion-online.net/index.php/inklusion-online/article/view/184/184> (06.06.2018).
- Séré, M.-G. (2007). Der gasförmige Zustand (übersetzt von S. Krummrein & R. Wodzinski). In R. Müller, R. Wodzinski & M. Hopf (Hrsg.), *Schülervorstellungen in der Physik* (S.199-214). Köln: Aulis Verlag Deubner.
- Sodian, B. & Mayer, D. (2013). Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens im Vor- und Grundschulalter. In M. Stamm & D. Edelmann (Hrsg.), *Handbuch frühkindliche Bildungsforschung* (S.617-631). Wiesbaden: Springer VS.
- Soostmeyer, M. (2002). *Genetischer Sachunterricht. Unterrichtsbeispiele und Unterrichtsanalysen zum naturwissenschaftlichen Denken bei Kindern in konstruktivistischer Sicht*. Hoheneggen: Schneider.
- Tuma, R. & Schnettler, S. (2014). Videographie. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 875-886). Wiesbaden: Springer.
- Wagenschein, M. (1999). *Verstehen lehren. Genetisch – Sokratisch – Exemplarisch*. Weinheim & Basel: Beltz Verlag.
- Wegener, M. (2014). *Gegenseitiges Helfen. Soziales Lernen im jahrgangsgemischten Unterricht*. Wiesbaden: Springer VS.
- Welsch, N., Schwab, J. & Liebmann, C. Chr. (2013). *Materie. Erde, Wasser, Luft und Feuer*. Berlin & Heidelberg: Springer Spektrum.
- Wendt, P. (2007). Auf dem Weg zum jahrgangsübergreifendem Unterricht. Fünf Maximen zu Schulentwicklung, Strukturen und Qualität. *Praxis Grundschule*, 6, 4-5.
- Werning, K. (2014). Stichwort: Schulische Inklusion. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 17, 601-623.
- Wodzinski, R. (2011). *Naturwissenschaftliche Fachkonzepte anbahnen – Anschlussfähigkeit verbessern*. http://sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Wodzinski.pdf (23.05.18).
- Wulfmeyer, M. Rohen-Bullerdiek & Mahnken, T. (2011). Sachunterricht und Inklusion. In H. Giest, A. Kaiser & C. Schomaker (Hrsg.), *Sachunterricht – auf dem Weg zur Inklusion* (S. 57-66). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Verbi Software GmbH (2018). *Was ist MAXQDA?*. <https://www.maxqda.de/was-ist-maxqda> (12.06.2018).

Vogl, S. (2015). *Interviews mit Kindern führen. Eine praxisorientierte Einführung*. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.

Zumwald, B. (2010). Unterrichtsformen und didaktische Strategien im Umgang mit Altersmischung. In H. Hahn & B. Berthold (Hrsg.), *Altersmischung als Lernressource. Impulse aus Fachdidaktik und Grundschulpädagogik* (56-67). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Anhang

Anhang 1: Modell inklusiver Sachunterricht	VI
Anhang 2: Erhebungsmethode - Das Interview	VII
Anhang 2.1: Interview-Leitfaden.....	VII
Anhang 2.2: Erwartungen: Interview-Leitfaden.....	X
Anhang 3: Unterrichtskonzeptionen	XIV
Anhang 3. 1: Verlaufsplan.....	XIV
Anhang 3.2: Foto des Materialtisches der Einzelstunde.....	XX
Anhang 3.3: Symbole der Forschungsphasen und Forschungskreislauf	XX
Anhang 3.4: AB: Lehrerversuch.....	XXI
Anhang 3.5: Stationskarten.....	XXII
Anhang 3.6: Fotos der Stationstische der Doppelstunde	XXVII
Anhang 3.7: Forschungsheft.....	XXVIII
Anhang 3.8: Differenziertes Arbeitsblatt für die erste Klasse – Haus	XXXV
Anhang 3. 9: Forschungsmaterial.....	XXXV
Anhang 3.9. 1: Fotokarten der Versuchsdurchführung	XXXV
Anhang 3.9.2 Sätze in den Umschlägen „Ergebnisse“	XXXVIII
Anhang 3.9.3: Sätze in den Umschlägen „Erklärungen“	XXXIX
Anhang 3.9.4: Wortspeicher.....	XXXIX
Anhang 4: Auswertungsmethode	XL
Anhang 4.1: Transkriptionsregeln (Mayring, 2015)	XL
Anhang 4.2: Kodierleitfaden (Mayring, 2015).....	XLI
Anhang 4.3: Zeichnungen der Kinder während des Interviews	XLVI
Anhang 4.4: Forschungshefte der Schüler_innen	XLVII
Anhang 4.4.1: AB: Lehrerversuch und Forschungsheft S.	XLVII
Anhang 4.4.2: AB: Lehrerversuch und Forschungsheft P.	LV
Anhang 4.4.3: AB: Lehrerversuch und Forschungsheft M.....	LXIII
Anhang 4.4.4: AB: Lehrerversuch und Forschungsheft L.	LXXI

Anhang 1: Modell inklusiver Sachunterricht

Kommunikativ-interaktiv	sensorisch	enaktiv	ikonisch	symbolisch
Unterstützte Kommunikation				
Interview Befragung Gespräch Diskussion	Sinneserfahrung - Sehen, Hören - Riechen, Tasten, Schmecken	Sammeln, Ordnen, Kategorisieren	Abbildungen (Zeichnung/Foto) - Zuordnen - Ordnen - Beschreiben/ Erläutern	Textsorten (Bearbeiten/ Verstehen/ Anwenden) - Fiktional - Realistisch - Kontinuierlich - Diskontinuierlich
Psychomotorik Erlebnispädagogik		Ästhetische Zugänge: Malen/Zeichnen/Collage usw.		Grafiken/Tabellen - Erklären - Verstehen - Zeichnen
		Modelle planen, bauen, konstruieren		
Mit Partner/Gruppe/Individuell		Spiele Brett-, Legespiele; Puzzle		
Philosophieren Spiel - Rollenspiel - Pantomime - Darstellendes/ szenisches Spiel	Basale Stimulation Sensorische Integration Sensorisches Naturerleben	- Bearbeiten - Reparieren - Erproben - Experimentieren - Nachweisen - Zubereiten - Messen	Beobachten Vergleichen	Berechnen - Maßstäbe - Zeiträume - Dimensionen - Maßeinheiten
Bild-Text-Zuordnung				
		Beschreiben/Erläutern		Abbildung
				Beschriften
Mit Lebewesen in Beziehung treten; mit ihnen umgehen		Tiere halten, Pflanzen kultivieren; gärtnerische Tätigkeiten im Schulgarten		Nach Abb. Pflanzen/Tiere bestimmen nach Beschreibung
Pläne, Karten(-Symbole) verstehen/anwenden				

Repräsentationsebenen und didaktisch-methodische Inszenierungen im inklusiven Sachunterricht (Gebauer & Simon, 2012, 11)

Anhang 2: Erhebungsmethode - Das Interview

Anhang 2.1: Interview-Leitfaden

- I. Steht für Interviewerin, Handlungen der I. stehen in Klammern und kursiv

Einleitung

Hallo _____ (Name, Alter),

du weißt ja, dass ich auch mal Lehrerin werden möchte. Am Ende des Studiums schreibe ich eine Abschlussarbeit und für diese möchte ich dir ein paar Fragen stellen.

Danke, dass du dich bereit erklärt hast mitzumachen.

Hier steht eine Videokamera, damit ich mir unser Gespräch nochmal anschauen kann. Darf ich deine Antworten mit einer Videokamera aufzeichnen? Deine Eltern haben von mir einen Brief bekommen, in dem ich versichere, dass ich weder ein Foto oder Video von dir veröffentliche oder deinen Namen nenne.

Ich möchte dir Fragen zur Luft stellen. Mich interessieren alle deine Ideen, die dir einfallen, deshalb versuche sie in Worte zu fassen. Hier liegt für dich auch noch ein Zettel und ein Stift bereit, falls du etwas malen möchtest. Die Luft war bisher kein Thema in der Schule, daher ist es nicht schlimm, wenn du etwas noch nicht weißt.

Hinführung:

Eisbrecher:

- Bildkarten: Auf welchen Bildern siehst du Luft? Welche Bilder verbindest du mit Luft?

Einstiegsfragen:

- Kannst du Luft sehen?
 - Wenn nein, warum kannst du Luft nicht sehen?
- Was ist für dich Luft?
 - Kannst du Luft zeichnen? Wenn nein, erkläre warum nicht?
- Wo befindet sich Luft überall?
 - Was befindet sich im Raum um uns herum?
 - Was befindet sich in diesem Glas? (*I. zeigt ein leeres Glas*)
- Kannst du Luft einschließen?
 - Was ist in einer ausgetrunkenen Wasserflasche, die mit einem Deckel wieder verschlossen wurde? (*I. zeigt eine Flasche*)

Hauptteil

Fragen spezifisch zu den einzelnen Versuchen:

(Versuchsmaterialien während des Interviews vor Ort)

Versuch: „Taucherglocke“, „U-Boot“

- Was ist in einem Glas? Ist da wirklich nichts drin? Hast du eine Idee, wie du mir zeigen kannst, dass da nicht nichts drin ist? (*I. zeigt erneut ein Glas*)

Versuch: „Luft umfüllen“

- Was ist in einer Flasche, wenn sie kopfüber in ein Wasserbecken getaucht wird? (*I. zeigt eine Flasche und ein Becken mit Wasser*)
 - Was passiert, wenn ich sie kippe?

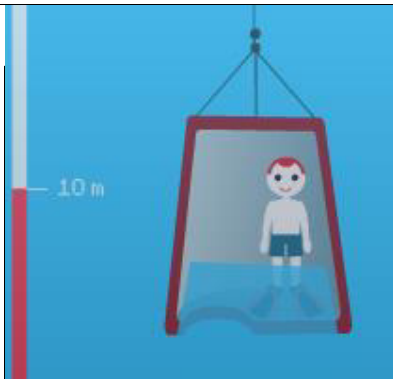
Versuch: „Luftballon in einer Flasche aufblasen“

- Was ist in der Flasche, bevor du den Luftballon aufbläst? (*I. steckt den Luftballon in die Flasche*)
 - Kannst du den Luftballon in der Flasche aufblasen? Warum/ Warum nicht?
 - Wann könntest du den Luftballon aufblasen? Gibt es einen Trick?

Versuch „Trichter verstopft“

- Was ist in der Flasche?
 - Kann das Wasser in die Flasche laufen? Warum kann das Wasser nicht in die Flasche laufen? (*I. steckt einen Trichter auf die Flasche*)
 - Wann könnte das Wasser in die Flasche laufen?

Bildkarten „Eisbrecher“



Die Bildkarten stammen von Google-Bilder. Es wurden die Begriffe (von oben links-unten rechts) Stein, Taucherglocke, Fußball, Luftballons ohne Luft, Menschen, Luftmatratze, Luftballons, Glas, Glas mit Deckel, Fahrradreifen, Wind und Himmel eingegeben.

Anhang 2.2: Erwartungen: Interview-Leitfaden

- Die Erwartungen lassen sich aus den Kapitel 2.4.3; 3.1.1 & 3.1.2 ableiten
- E-I-1, steht für die erwarteten Antworten im Interview 1
- E-I-2, steht für die erwarteten Antworten im Interview 2
- I. Steht für Interviewerin, Handlungen der I. stehen in Klammern und kursiv
- Die Einleitung wurde herausgenommen, da keine Antworten zu erwarten sind

Hinführung:

Eisbrecher:

- Bildkarten: Auf welchen Bildern siehst du Luft? Welche Bilder verbindest du mit Luft?

E-I-1:

- Bilder auf denen Kinder Luft sehen: Aufgeblasene Luftballons; Baum, der im Wind weht; Himmel; Menschen
- Bilder auf denen Kinder keine Luft sehen: Nicht aufgeblasene Luftballons; Glas ohne Decken; Glas mit Deckel; Stein
- Nicht eindeutige Bilder: Fußball; Fahrradreifen; Taucherglocke

E-I-2:

- Bilder auf denen Kinder Luft sehen: Aufgeblasene Luftballons; Baum, der im Wind weht; Himmel; Menschen; Glas mit Deckel; Glas ohne Deckel; Taucherglocke
- Bilder auf denen Kinder keine Luft sehen: Nicht aufgeblasene Luftballons; Stein
- Nicht eindeutige Bilder: Fußball; Fahrradreifen

Einstiegsfragen:

- I: Kannst du Luft sehen?

E-I-1: „Ja, wenn Blätter im Wind wehen“; „Ja, wenn Rauch in den Himmel steigt“

E-I-2: „Ja, ich kann Luftblasen im Wasser sehen“; „Ich kann Luft sehen, wenn ich einen Becher mit der Öffnung in ein Becken mit Wasser tauche, dann sehe ich kein Wasser in den Becher fließen, weil ich die Luft im Becher sehe“

- I: Wenn nein, warum kannst du Luft nicht sehen?

E-I-1: „Nein, weil Luft unsichtbar ist“

E-I-2: „Luft ist unsichtbar“

- Was ist für dich Luft?

E-I-1: „Luft ist etwas, das ich zum Atmen brauche“; „Luft ist Wind für mich“

E-I-2: „Luft ist etwas das Platz braucht“; „Luft ist ein Stoff“;

- Kannst du Luft zeichnen?

E-I-1: „Ja“ SuS könnten Wind zeichnen; Rauch; Menschen die Luft atmen

E-I-2: „Ja“ SuS könnten Skizzen der Versuche zeichnen (Stationsübersicht)

- Wenn nein, erkläre warum nicht?

E-I-1: „Nein, weil ich Luft nicht sehen kann“

E-I-2: „Nein, weil Luft unsichtbar ist“

- Wo befindet sich Luft überall?

E-I-1: „Draußen“; „In Räumen“

E-I-2: „Überall“

- Was befindet sich im Raum um uns herum?

E-I-1: „Ein Stuhl“; „Ein Tisch“

E-I-2: „Möbel“; „Luft“

- Was befindet sich in diesem Glas? (*I. zeigt ein leeres Glas*)

E-I-1: „Nichts“; „Das ist leer“

E-I-2: „Luft“; „Es ist nichts drin außer Luft“

- Kannst du Luft einschließen?

E-I-1: „Nein, sie ist draußen“; „Nein, sie weht herum“; „Nein, sie ist nichts“

E-I-2: „Ja, indem ich einen Becher in ein Becken mit Wasser tauche, dann ist Luft im Becher eingesperrt“; „In einer luftdicht verschlossenen Flasche“

- Was ist in einer ausgetrunkenen Wasserflasche, die mit einem Deckel wieder verschlossen wurde? (*I. zeigt eine Flasche*)

E-I-1: „Vorher ist nichts darin, wenn der Deckel auf der Flasche ist, ist Luft darin“

E-I-2: „Es ist immer Luft in einer leeren Flasche, egal ob sie verschlossen ist oder nicht“

Hauptteil

Fragen spezifisch zu den einzelnen Versuchen:

(Versuchsmaterialien während des Interviews vor Ort)

Versuch: „Taucherglocke“, „U-Boot“

- Was ist in einem Glas? Ist da wirklich nichts drin? Hast du eine Idee, wie du mir zeigen kannst, dass da nicht nichts drin ist? (*I. zeigt erneut Glas*)

E-I-1: „Da ist nichts drin“; „Ich kann eine Hand hineinstecken, ohne dass sie nass wird“

E-I-2: „Da ist Luft drin“; „Ich kann ein Glas verkehrt herum in ein Becken mit Wasser tauchen. Es fließt kein Wasser hinein, weil Luft in dem Glas ist.“

Versuch: „Luft umfüllen“

- Was ist in einer Flasche, wenn sie kopfüber in ein Wasserbecken getaucht wird? (*I. zeigt eine Flasche und ein Becken mit Wasser*)

E-I-1: „Wasser“ „Nichts, weil kopfüber kein Wasser hineinlaufen kann“

E-I-2: „Nichts, da sie mit Luft gefüllt ist. Der Wasserspiegel steigt, wenn man die Flasche eintaucht“

- Was passiert, wenn ich sie kippe?

E-I-1: „Dann ist auch Wasser in der Flasche“; „Dann kommt ein bisschen Wasser in die Flasche“

E-I-2: „Dann kann die Luft entweichen, das Wasser in die Flasche fließen und der Wasserspiegel sinkt“

Versuch: „Luftballon in einer Flasche aufblasen“

- Was ist in der Flasche, bevor du den Luftballon aufbläst? (*I. steckt den Luftballon in die Flasche*)

E-I-1: „Da ist nichts drin“; „Die ist leer“

E-I-2: „Da ist Luft drin“

- Kannst du den Luftballon in der Flasche aufblasen? Warum/ Warum nicht?

E-I-1: „Ja, aber nur so groß wie die Flasche ist“; „Nein, die Flasche ist zu eng“

E-I-2: „Nein, weil Luft in der Flasche Platz braucht“; „Nein, weil Luft in der Flasche ist“

- Wann könntest du den Luftballon aufblasen? Gibt es einen Trick?

E-I-1: „Wenn die Flasche größer ist“

E-I-2: „Wenn die Flasche ein Loch hat, kann die Luft entweichen und ich kann den Luftballon aufblasen“

Versuch „Trichter verstopft“

- Was ist in der Flasche?

E-I-1: „Da ist nichts drin“; „Die ist leer“

E-I-2: „Da ist Luft drin“

- Kann das Wasser in die Flasche laufen? Warum kann das Wasser nicht in die Flasche laufen? (*I. steckt einen Trichter auf die Flasche*)

E-I-1: „Ja, das Wasser kann in die Flasche laufen“

E-I-2: „Ja, das Wasser kann in die Flasche laufen, weil Luft entweichen kann“; „Nein, das Wasser kann nicht in die Flasche laufen, weil die Flasche mit der Knete verdichtet ist und so keine Luft entweichen kann“

- Wann könnte das Wasser in die Flasche laufen?

E-I-1: „Das Wasser kann immer in die Flasche laufen“

E-I-2: „Das Wasser kann in die Flasche laufen, wenn die Dichtung geöffnet wird“; „Das Wasser kann in die Flasche laufen, wenn der Trichter angehoben wird“

Anhang 3: Unterrichtskonzeptionen

Anhang 3. 1: Verlaufsplan

Klassenstufe: 1 und 2

Unterrichtssequenz: „Ist Luft nichts?“

Unterrichtseinheit: „Ist Luft nichts?“ sind die Einführungsstunden der Unterrichtseinheit „Luft ist nicht nichts“. Bei der thematisiert wird, das Luft Platz braucht. In folgenden Stunden der Einheit werden Experimente zu den Themen, „Luft bremst“, „Wind ist bewegte Luft“ und „Gepresste Luft“.

Fachbereich (Kerncurriculum Niedersachsen): Perspektive Natur, Bereich Unbelebte Natur: Eigenschaften von Stoffen

Lernziel: *Die Schüler_innen erkennen, dass Luft nicht nichts ist, sondern ein Gegenstand der Platz braucht, indem sie verschiedene Experimente zur Eigenschaft „Luft nimmt Raum ein“ durchführen.*

Unterrichts- phasen in Bezug zum 5E-Modell	Unterrichtsgeschehen		Didaktisch- methodischer Kommentar	Medien/ Material/ Sozialform	Evaluation
	Geplantes Lehrpersonenhandeln	Erwartetes Schüler_innenhandeln			
Stunde 1 (Getrennt in Klasse 1 und 2)					
Einstieg, Engage-Phase (5 Minuten) (25 Minuten)	- LP ¹ begrüßt SuS ² - LP zeigt vorbereiteten Materialtisch - LP erzählt Geschichte: „Gummibären haben den Wunsch unter Wasser zu tauchen, ohne nass zu werden. Ein nachvollziehbarer Wunsch, denn wenn sie mit Wasser in Berührung	- SuS benennen Materialien - SuS hören zu	- Stummer Impuls, vorbereitete Lernumgebung, Sprachanlass - Storytelling: Interesse zum Thema wecken, SuS aktivieren, Betroffenheit auslösen	- Materialtisch: Becken mit Wasser, Becher, Teelichtschale, Gummibären, Watte	

¹ Lehrperson

² Schüler_innen

	kommen würden, würden die beiden klebrig werden. Habt ihr Lösungsvorschläge, wie die beiden auf Tauchstation gehen könnten ohne nass zu werden?“ - „Ihr könnt dafür alle Materialien benutzen, die auf dem Experimentiertisch aufgebaut sind.“ - LP verweist Problem können wir nur als Forscher_innen lösen: „Bevor wir deinen Vorschlag ausprobieren, müssen wir alle Forschungsphase als Forscher_innen einhalten“ - LP leitet SuS an Forschungsphasen des FK³es zu wiederholen - LP verdeutlicht FK mit Symbolen an der Tafel - LP bittet Austeildienst nach vorne - LP bittet zunächst alle Mädchen nach vorne und dann alle Jungen - LP führt Versuch für jede Gruppe einmal durch	-SuS sammeln Lösungsansätze (Versuchsaufbau) -SuS beschreiben, welche Phasen sie kennen - SuS entwickeln Forschungsfrage: „Werden die Gummibärchen nass“ → „Wird die Besatzung im U-Boot nass?“ - SuS stellen Vermutungen auf - Austeildienst verteilt AB⁴ - SuS beobachten genau und notieren ihre Beobachtungen - SuS sammeln Ergebnisse: „Die Gummibären werden nicht nass.“ - SuS versuchen Phänomen zu erklären: „Die Luft schützt die Gummibären im Glas.“	- Vorwissen aktivieren - FK als Orientierungshilfe für die einzelnen Forschungsphasen - Klassendienste routinieren - Unterrichtsabläufe - SuS haben in kleineren Gruppen bessere Sicht - LP führt Versuch durch, damit der Fokus der SuS auf der Beobachtung liegt und motorische Fähigkeiten zunächst keine Schwierigkeiten darstellen	-Symbole FK	- LP kennt Kompetenzen der SuS in Bezug zum FK
--	--	--	--	-------------	--

³ Forschungskreislauf

⁴ Arbeitsblatt

(vorgeschobene Explain-Phase) (15 Minuten)	-LP fragt nach Erklärung - LP leitet Erklärungen ein: „Jeder Gegenstand braucht Platz. Auch Luft ist ein Gegenstand, der Platz braucht. Genau wie jedes Kind von euch hier im Raum. Da wo du bist, kann nichts Anderes sein. Erst wenn du deinen Platz verlässt, kann ein anderer Gegenstand deinen Raum einnehmen. Da wo Luft ist, bei unserem Versuch also im Becher, kann kein anderer Gegenstand sein, also auch kein Wasser. Tauchen wird den Becher senkrecht in das Becken mit Wasser, so kann bleibt die Luft im Becher und es dringt kein Wasser ein. Die Gummibären bleiben durch die Luft im Glas trocken.“ - LP kündigt nächste Stunde an: „Stationsarbeit mit Experimenten zur Frage „Ist Luft nichts?“	-SuS erklären, dass Luft im Becher ist und die Gummibären trocken bleiben	- Erklärung am Ende der Engage-Phase, damit Beobachtungen nicht ungeklärt bleiben - Transparenz der nächsten Stunde		
Stunde 2 und 3 (Gemeinsam in Klasse 1 und 2)					
Begrüßung (5 Minuten)	-LP begrüßt Klassen 1 und 2 im Klassenraum der ersten Klasse		- Transparenz der Stunde, des Vorhabens	- Klasse 1 an Gruppentischen, Klasse 2 im Kinositz	
Erarbeitung, Explore-Phase (55 Minuten)	- LP erklärt Stationsarbeit: V1: Die Taucherglocke V2: Luft umfüllen		- Stationsarbeit ermöglicht ein individuelles Arbeiten	- Vorbereitete Stationsarbeit an Gruppentischen - Material:	- LP berücksichtigt Fragen der SuS

	V3: Luftballon in einer Flasche aufblasen V4: Verstopfter Trichter V Stern: Wasser in der Flasche - Stationsplan wird ausgeteilt, LP kündigt an, dass SuS einen Stift benötigen -LP bittet Austeildienst Forschungsheft zu verteilen - LP erklärt Aufbau Forschungsheft - LP erklärt Forschungsmaterialien - LP teilt Teams ein (bekannte Teams, aus vorherigen		- Die einzelnen Stationen ermöglichen vielfältige Erfahrungen mit der Luft - Klassendienste routinieren Unterrichtsabläufe - Erklärung der Materialien, um eigenständigen Forschungsprozess zu ermöglichen - Forschungsmaterial, wird nicht als Lernhilfe betitelt, um negative Konnotation zu vermeiden	V1: Becken m. Wasser, Becher, Taschentuch V2: Becken m. Wasser, Flasche, Becher V3: Flasche, Flasche m. Loch, Luftballon V4: Flasche, Trichter, Knete V Stern: Flasche o. Boden, m. Verschluss, Becken m. Wasser - Heft: Forschungsstationen -Forschungsmaterial, Symbole kennzeichnen, welche Zusatzmaterialien in welcher Forschungsphase genutzt werden (Symbole auf	
--	---	--	--	--	--

	Zusammenarbeiten, außer die 2 ausgewählten Teams) - LP gibt Signal für den Start der Stationsarbeit	- Die SuS finden sich in Teams zusammen und fangen an zu forschen	- Altersheterogene Teams (gemischt aus Klasse 1 u. 2) - vertraute Teams ermöglichen gute Zusammenarbeit - Klangschale gibt Start- und Endsignal der Stationsarbeit	Umschlägen), Wortspeicher -Klangschale	- LP beobachtet, wie die SuS den Forschungsprozess gestalten
Erklärung, Explain-Phase (20)	- LP zeigt Fotos von Beobachtungen und leitet Erklärungen ein oder an: Station 1: - „Was ist in einem Glas?“, „Wie kannst du mir zeigen, was darin ist?“ Station 2: - „Was ist in der Flasche, wenn ich sie kopfüber in das Wasserbecken tauche?“ Station 3: - „Kannst du den Luftballon in der Flasche aufblasen?“, „Was spürst du?“, „Wann kannst du ihn aufblasen?“ Station 4: - „Kann das Wasser in den Trichter laufen?“ „Warum nicht?“ - LP ergänzt oder unterstützt Erklärungen der SuS	- SuS beschreiben Beobachtungen der Versuche und suchen Erklärungen: Station 1: - „Luft, durch den Versuch Luft umfüllen“ Station 2: - „In der Flasche ist Luft. Es kann keine Wasser eindringen.“ Station 3: - „Nein, weil Luft in der Flasche Platz braucht.“, „Ich kann ihn erst aufpusten, wenn die Flasche ein Loch hat, damit die Luft entweichen kann.“ Station 4: - „Nein, weil die Luft in der Flasche Raum einnimmt.“	- Wissensaufbau und -festigung	- Activeboard - Erklärungen in Stichworten an Activeboard festhalten (Luft braucht Platz)	- LP evaluiert, was die SuS gelernt haben, wie viel sie wissen im Vergleich zur ersten Stunde - LP evaluiert, was besser gestaltet hätte werden können - LP evaluiert, welche fachlichen Aspekte SuS zur Erklärung nutzen

<i>Didaktische Reserve Extend-Phase</i>	- Station Stern: „Was passiert mit dem Wasser“	- SuS führen Versuch durch	- SuS untersuchen weitere Eigenschaften der Luft, führen vertiefend Versuche durch		- LP evaluiert, welches Wissen SuS anwenden können
--	---	----------------------------	---	--	--

Anhang 3.2: Foto des Materialtisches der Einzelstunde



Anhang 3.3: Symbole der Forschungsphasen und Forschungskreislauf

Symbole aus dem Programm Worksheet Crafter:



Frage,



Vermutung, Durchführung,



Beobachtung, Ergebnis,



Ergebnis, Erklärung



Forschungskreislauf: Tafelbild während der Unterrichtssequenz in beiden Klassenräumen

Anhang 3.4: AB: Lehrerversuch

Name: _____

Datum: _____

Das U-Boot



Wird die Besatzung im U-Boot nass?



 Was passiert? Kreuze an.

0

O



 Führe den Versuch durch.

Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

Anhang 3.5: Stationskarten

Die Abbildungen der Stationskarten stammen aus dem Zusatzmaterial der KiNT-Box zum Thema „Luft und Luftdruck“, diese wurde teilweise eigenständig erweitert. Das Layout der Stationskarten wurde mit dem Programm Worksheet Crafter erstellt.

Die Taucherglocke

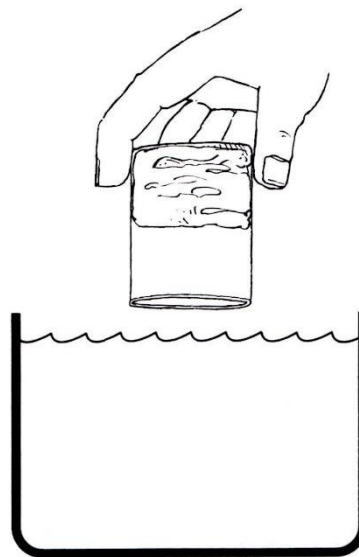
1



Was passiert mit dem Taschentuch?

Material:

- Becken mit Wasser
- Becher
- Taschentuch



Durchführung:

1. Stopfe das Taschentuch ganz tief in den Becher.
2. Tauche nun den Becher mit der Öffnung nach unten in das Wasser.



Halte den Becher immer gerade!

Luft umfüllen

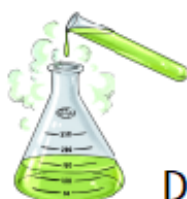
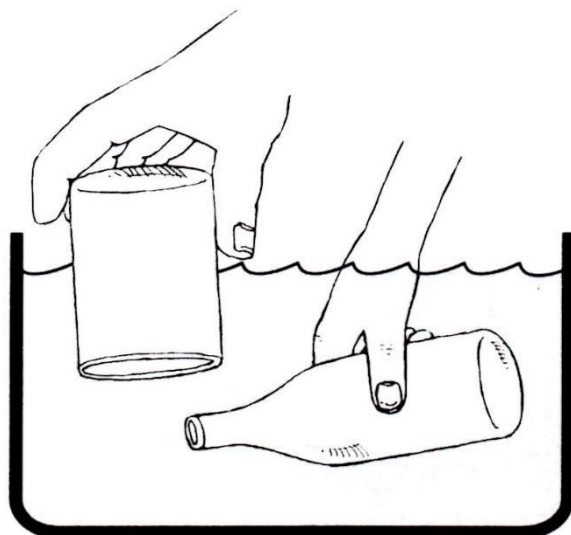
2



Was passiert mit der Luft in der Flasche?

Material:

- Becken mit Wasser
- Flasche
- Becher



Durchführung:

1. Tauche den Becher unter Wasser. Lasse ihn ganz mit Wasser voll laufen.
2. Drehe die Öffnung nach unten.
3. Tauche nun die Flasche kopfüber in das Wasser und halte die Flaschenöffnung direkt unter die Becheröffnung.
4. Kippe die Flasche.



Die Öffnung der Flasche muss nach oben zeigen!

Luftballon in einer Flasche aufblasen

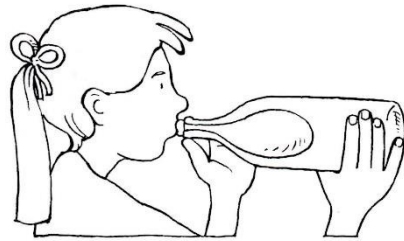
3



Kannst du den Luftballon
in der Flasche aufblasen?

Material:

- Flasche
- Flasche mit Loch
- Luftballon



Durchführung:

1. Stecke den Luftballon in die Flasche ohne Loch.
2. Versuche ihn in der Flasche aufzublasen.



Achte darauf, dass dein Mund die Flaschenöffnung
berührt und kein Platz dazwischen bleibt

3. Blase nun den Luftballon in der Flasche mit Loch auf.

Verstopfter Trichter

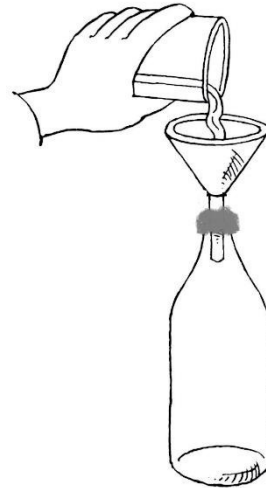
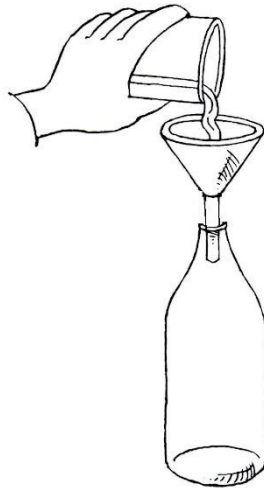
4



Was passiert mit dem Wasser?

Material:

- Flasche
- Trichter
- Knete



Durchführung:

1. Halte den Trichter so über die Flaschenöffnung. Es soll noch ein Spalt zwischen Trichter und Flasche sein.
2. Fülle einen Becher mit Wasser und kippe ihn in den Trichter.
3. Stecke nun den Trichter fest auf die Flasche. Verdichte den Spalt zwischen Flaschenöffnung und Trichter mit Knete.
4. Fülle den Becher erneut mit Wasser und kippe ihn in den Trichter.



Achte darauf, dass du den Spalt zwischen Flaschenöffnung und Trichter gut abdichtest.

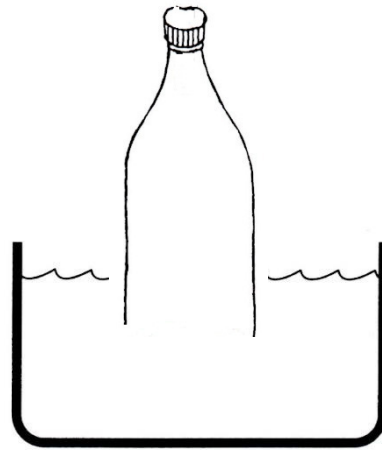
Wasser in der Flasche



Was passiert mit dem Wasser?

Material:

- Flasche ohne Boden mit Verschluss
- Becken mit Wasser



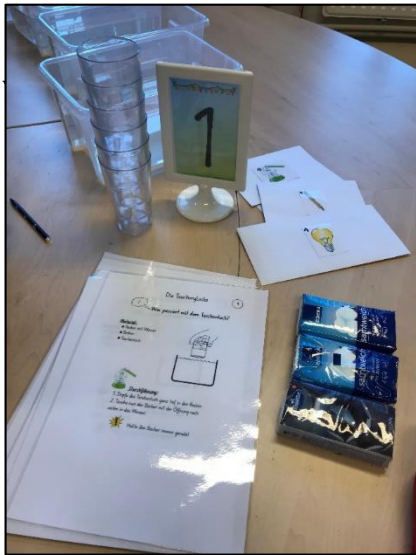
Durchführung:

1. Halte die Flasche am Deckel fest. Tauche sie gerade mit der Öffnung in das Wasser.
2. Schraube nun den Deckel ab. Was passiert?
3. Schraube nun den Deckel wieder auf die Flasche. Ziehe die Flasche ein Stück aus dem Wasser. Was passiert?

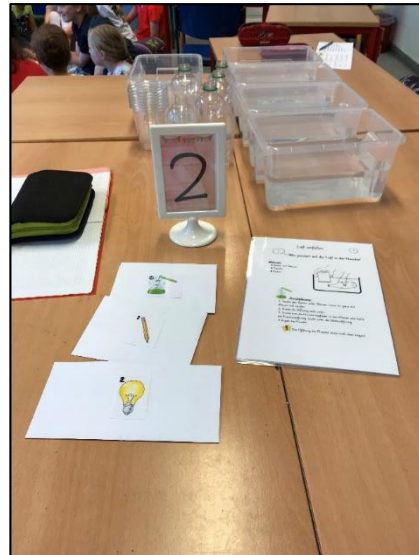


Achte darauf, dass die Flasche unten gerade noch im Wasser ist.

Anhang 3.6: Fotos der Stationstische der Doppelstunde



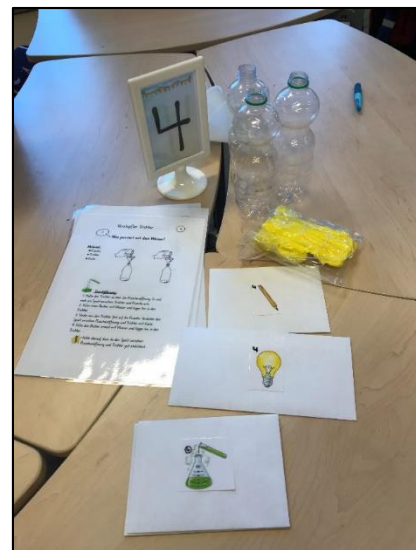
Stationstisch 1



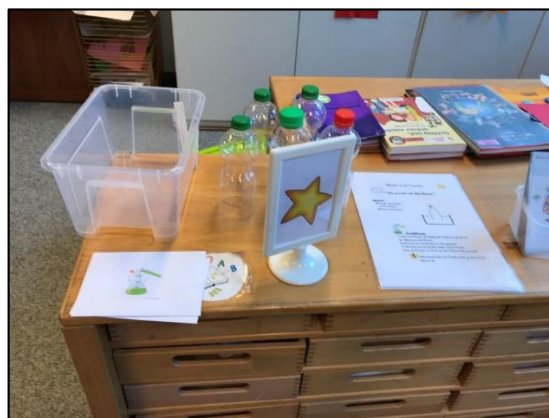
Stationstisch 2



Stationstisch 3



Stationstisch 4



Stationstisch *

Anhang 3.7: Forschungsheft

Das Layout der Arbeitsblätter wurde mit dem Programm Worksheet Crafter erstellt.

Name: _____

Datum: _____

Meine Forschungsstationen

Ist Luft nichts?

Station	Name der Station	Erledigt? Male an.	
①	Die Taucherglocke		
②	Luft umfüllen		
③	Luftballon in einer Flasche aufblasen		
④	Verstopfter Trichter		
★	Wasser in der Flasche		

Name: _____

Datum: _____

① Die Taucherglocke



 Was passiert mit dem Taschentuch?



 Was passiert? Schreibe deine Ideen auf.

Das Taschentuch...



 Führe den Versuch durch.

 Beobachte genau.

Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

Name: _____

Datum: _____

2 Luft umfüllen



Was passiert mit der Luft in der Flasche?



Was passiert? Kreuze an.

- ☐ Der Becher füllt sich mit Luft.
- ☐ Die Flasche füllt sich mit Wasser.
- ☐ Der Becher bleibt mit Wasser gefüllt.
- ☐ Die Flasche bleibt mit Luft gefüllt.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau und ergänze das Bild.



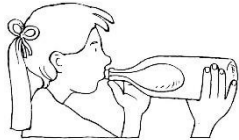
Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

Datum: _____

3

K₂

W



Füh



Be



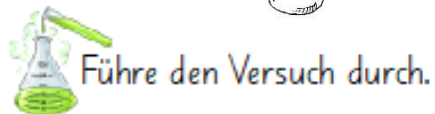
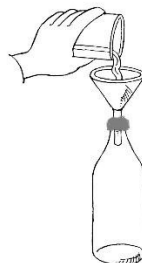
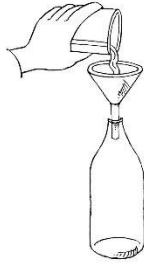
W

Datum: _____

4

◦◦. Was passiert mit dem Wasser?

 Was passiert? In welche Flasche fließt Wasser? Kreuze an.



👁 👁 Beobachte genau.

Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

Name: _____

Datum: _____



Wasser in der Flasche



Was passiert mit dem Wasser?



Was passiert? Schreibe deine Vermutungen auf.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

Name: _____

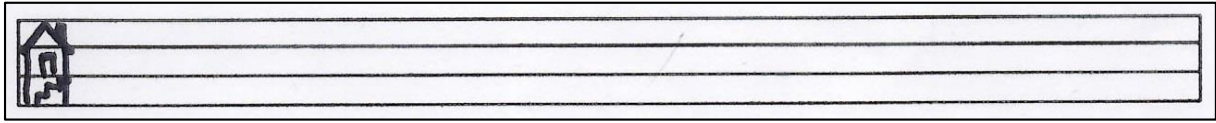
Datum: _____



[illegible]

Anhang 3.8: Differenziertes Arbeitsblatt für die erste Klasse – Haus

Es wurden per Hand in die Schreibzeilen der Arbeitsblätter der ersten Klasse das Haus als Schreibhilfe eingezeichnet.



Anhang 3. 9: Forschungsmaterial

Anhang 3.9. 1: Fotokarten der Versuchsdurchführung

Die Fotos wurden selbst erstellt. Das Wasser wurde blau eingefärbt, damit besser zu erkennen ist, in welchen Gefäßen Wasser oder Luft ist. Die Fotos bilden die einzelnen Schritte der Versuchsdurchführung ab.

Station 1:

1)



2)



3)



Station 2:

1)



2)



3)



4)



5)



Station 3:

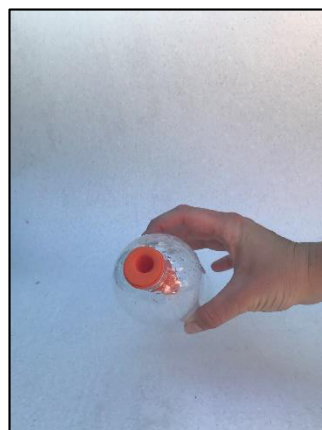
1)



2)



3)



Station 4:

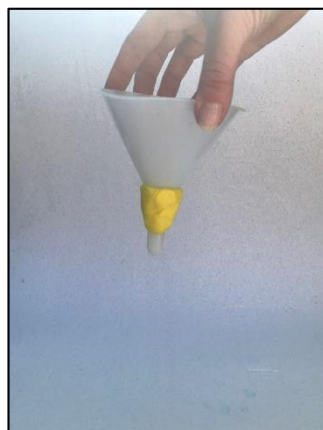
1)



2)



3)



4)



5)



Station *:

1)



2)



3)



4)

5)



Anhang 3.9.2 Sätze in den Umschlägen „Ergebnisse“

Station 1:

Das Taschentuch bleibt trocken.

Station 2:

Der Becher füllt sich mit Luft.

Die Flasche füllt sich mit Wasser.

Station 3:

Ich kann den Luftballon nur in der Flasche
mit Loch aufblasen.

Station 4:

Das Wasser läuft nicht durch den Trichter,
wenn er mit Knete abgedichtet ist.

Anhang 3.9.3: Sätze in den Umschlägen „Erklärungen“

Station 1:

Die Luft in dem Becher braucht
Platz.

Es kann kein Wasser in den
Becher eindringen.

Station 2:

Man kann die Luft von einem
Gefäß in ein anderes umfüllen.

Die Luft braucht Platz und
verdrängt das Wasser.

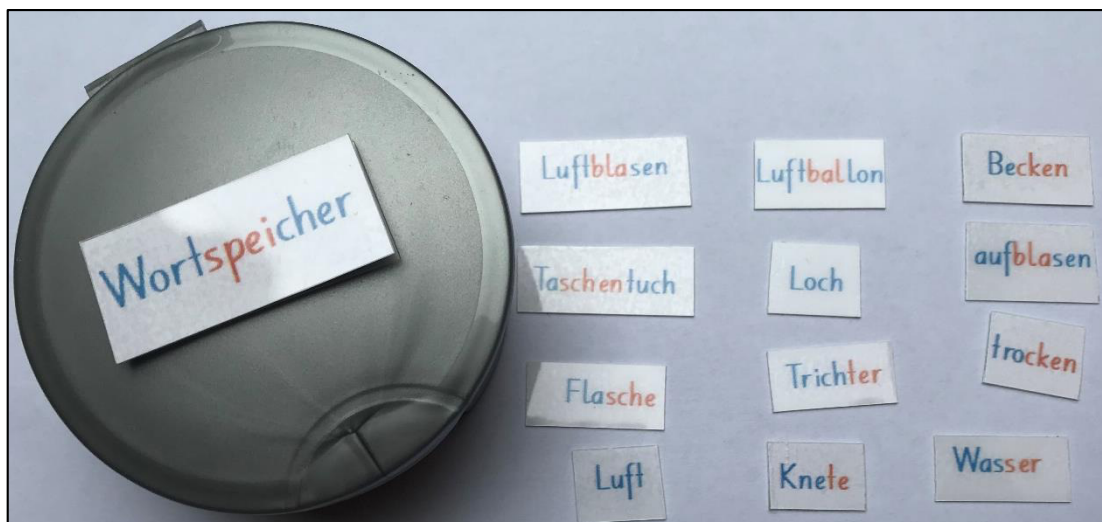
Station 3:

Wo eingesperrte Luft ist, kann
sich kein Luftballon ausdehnen.

Station 4:

Wo eingesperrte Luft ist, kann
kein Wasser eindringen.

Anhang 3.9.4: Wortspeicher



Anhang 4: Auswertungsmethode

Anhang 4.1: Transkriptionsregeln (Mayring, 2015)

- Die Transkription der ausgewählten Videosequenzen erfolgt vollständig und wörtlich, jedoch nicht lautsprachlich.
- Der Inhalt des Videos steht im Vordergrund. Nebengeräusche, Füllwörter wie „äh“ oder Ähnliches können weggelassen werden.
- Teile die ausgelassen werden, sind mit [...] gekennzeichnet.
- Die Zeichensetzung erfolgt nach der Intonation des Sprechers.
- Bei Unklarheiten Punkte in Klammern setzen (...).
- Bei Pausen, Stockungen oder Ähnlichem in Dialogen Gedankenstrich in Klammern einfügen (-) und die zu beobachtende *Handlung kursiv* notieren.
- In Dialogen immer I, danach Doppelpunkt und ein Leerzeichen setzen.
- Wenn die Interviewerin spricht, den Buchstaben „I“ verwenden.
- Wenn das Kind spricht, den Anfangsbuchstaben verwenden.

Anhang 4.2: Kodierleitfaden (Mayring, 2015)

Einschätzungsdimension: „Luft nimmt Raum ein“ (Kapitel 2.4.3)

Die Einschätzungsdimension erfasst, ob Schüler_innen eine Vorstellung von der Existenz von Luft haben. Haben sie diese so kann überprüft werden, ob Luft als Stoff angesehen wird, der einen Raum einnimmt. Die Ausprägungen ermöglichen eine Einschätzung, wie differenziert das Verständnis von Kindern der Luft ist.

Level der Ausprägungen (Möller, 2013; Kauertz et al., 2010)	Definition	Ankerbeispiele	Kodierregeln
Level 1: Vorstellungen nicht haltbar	Die Ausprägung erfasst keine korrekten Vorstellungen der Kinder zu der Einschätzungsdimension. Sie benennen wenige Fakten, Gegenstände, Situationen oder Phänomene, die nicht haltbar sind.		Diese Kodierregel wird auch vergeben, wenn die Kinder keine Vorstellungen haben, wie sie zeigen können, dass in einem Gefäß Luft ist.
	Luft als „Nichts“.	Interview L1: 00:03:58.2-00:04:02.0 I: „Was befindet sich in diesem Glas?“ <i>L fasst mit ihrer Hand in das Glas.</i> L: „Gar nichts.“	
	Keine Vorstellungen zu „Luft nimmt Raum ein“.	Interview P2 – 00:06:02.9-00:06:07.4 I: „Hast du eine Idee, wie du mir zeigen kannst, dass da Luft drin ist?“ P: „Ne.“ Interview S2 – 00:04:14.7-00:04:20.5 I: „Und hast du auch eine Idee, wie du mir jetzt zeigen kannst, dass da Luft drin ist?“ S: „Mhmh“	

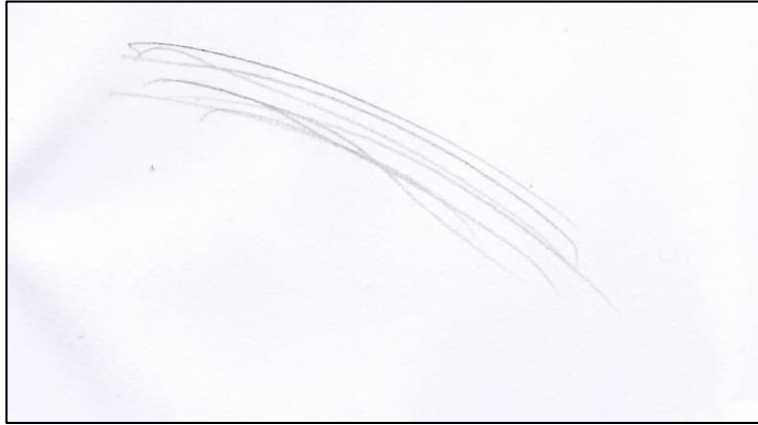
	• Luft ist erst in einem Gefäß, wenn es verschlossen wird, vorher nicht.	Interview P1 – 00:06:41.3-00:06:47.6 <i>I hält Flasche kopfüber das Becken mit Wasser</i> I: „Was ist dann in der Flasche?“ P: „Wasser!“ Interview L1 – 00:04:29.5-00:04:48.0 I: „Jetzt ist nichts drin? Und was machst du jetzt?“ L: „Jetzt mach ich wieder zu.“ I: „Und was ist jetzt darin?“ L: „Luft.“ [...] <i>I zeigt die verschlossene Flasche.</i> I: „Also hier ist jetzt Luft drinnen?“ <i>I zeigt das Glas.</i> I: „Und hier nicht?“ L: „Ja.“	
	• Keine korrekten Vorstellungen zur Luft, Erklärung erfolgt durch andere Phänomene.	Interview S1 – 00:09:02.0-00:09:19.8 S: „Nein!“ I: „Warum nicht?“ S: „Weil dann ist der so breit und dann kann man ihn nicht größer aufpusten.“ <i>S zeigt auf die Flasche</i> I: „Aber erstmal so groß aufpusten wie die Flasche, das kann ich schon?“ S: „Hm“ <i>S nickt mit dem Kopf</i> I: „Ja? Nur nicht größer?“ S: „Mhmh“ <i>S schüttelt den Kopf</i> Interview 1M – 00:06:08.0-00:06:17.6 <i>M zeichnet ein Haus mit einem Schornstein aus dem Rauch in der Luft weht.</i> I: „Und die Luft ist nur hier draußen?“ M: „Ja, auch drinnen im Haus“ I: „Warum?“ M: „Weil die Tür manchmal aufgeht, weil die Fenster manchmal offen sind.“ I: „Dann kommt Luft rein?“ M: „Ja.“	

Level 2: Vorstellungen teilweise richtig	Diese Ausprägung erfasst Vorstellungen der Kinder, die durch einzelne richtige Fakten gekennzeichnet sind. Die Vorstellungen der Kinder sind wenig generalisiert und kaum ausdifferenziert. Mit dieser Ausprägung können auch teilweise richtige Alltagsvorstellungen erfasst werden.		Dieses Level wird kodiert, wenn die Schüler_innen einzelne Begriffe im Zusammenhang mit Luft richtig benennen. Es wird auch kodiert, wenn Schüler_innen Aussagen machen oder Zusammenhänge herstellen, die nur teilweise richtig sind.
	Luft existiert, ist aber nicht sichtbar.	Interview 1S - 00:04:03.9-00:04:09.0 S: „Ich sehe eigentlich nicht die Luft selbst, nur die Fussel in der Luft“ [...] S: „Weil die Luft ist durchsichtig.“	
	Alltagsvorstellungen zur Luft äußern.	Interview 1S – 00:03:31.9-00:03:41.9 I: „Kannst du Luft denn sehen?“ S: „Mhmmh“ I: „Ne?“ S: „Nur, nur wenn die Sonne scheint sieht man bisschen den Staub.“ [...] S: „In der Luft.“ Interview 2L – 00:02:45.0-00:02:58.0 [...] I: „Und warum läuft kein Wasser in den Becher?“ L: „Weil die Luft das Schutz, Schutzschild ist.“	
	Gegenstände, Phänomene mit Luft nennen.	Interview 1P - 00:02:50.2-00:02:56.7 I: „Was ist das?“ P: „Eine Luftmatratze.“ I: „Ist Luft drin?“ P: „Ja!“ Interview 1S – 00:01:58.0-00:02:02.6 <i>S nimmt sich die Bildkarte mit dem Baum, der im Wind weht.</i> S: „Hier sehe ich ganz schön viel Luft. Wind ist ja auch Luft!“ I: „Ok.“	
Level 3: Vorstellungen sachlich richtig	Die dritte Ausprägung erfasst sachlich richtige Aussagen der Kinder, die wenig ausdifferenziert sind. Es werden mehrere Fakten beschrieben und teilweise Zusammenhänge hergestellt, die nicht begründet werden.		Dieses Level wird kodiert, wenn Schüler_innen mehrere Begriffe richtig

	Luft nimmt Raum in Gefäßen ein.	Interview 2L – 00:03:27.8-00:03:34.4 I: „Also was braucht die Luft?“ L: „Einen geschlossenen Raum“ Interview 2M – 00:05:48.3-00:06:06.1 [...] M: „Ein Taschentuch oder irgendwas Anderes. Dann steckt man das in ein Glas.“ [...] M: „Und denn kann man, denn presst die Luft das Wasser ja weg.“	verwenden, meistens nutzen sie dies in Form von Erklärungen. Sie können Zusammenhänge richtig herstellen und Phänomene erklären, jedoch keine generalisierten Aussagen machen.
	Luft nimmt Raum ein. Erst wenn Luft verdrängt wird oder entweichen kann, kann ein anderer Stoff den Raum einnehmen.	Interview 1M – 00:07:03.1-00:07:15.0 I: „Und kannst du mir sagen, was in diesem Glas ist?“ M: „Auch Luft.“ I: „Auch Luft?“ M: „Im Moment ja.“ I: „Warum?“ M: „Weil da noch kein Wasser drinnen ist.“ Interview 2L – 00:04:27-00:04:50.7 I: „Was ist in der Flasche bevor du den Luftballon aufbläst?“ L: „Luft.“ I: „Luft, und kannst du den Ballon in der Flasche aufblasen?“ L: „Nein.“ I: „Warum nicht?“ L: „Weil die Luft nicht rauskommt.“ I: „Gibt es denn einen Trick, wie du den Luftballon in der Flasche aufblasen kannst?“ L: „Man sticht hier ein Loch rein.“ I: „Und warum kann ich dann den Luftballon aufblasen?“ L: „Weil dann die Luft rausweichen kann.“	
	Luft existiert.	Interview P2- 00:04:06.1- 00:04:38.2 I: „Und wo befindet sich Luft überall?“ P: „Draußen (-) in Räumen [...]“ I: „Und was befindet sich hier um uns herum im Raum?“ P: „Luft“	

Level 4: Vorstellungen ausdifferenziert	Diese Ausprägung erfasst Vorstellungen der Schüler_innen, die sachlich korrekt, ausdifferenziert und generalisiert sind. Die Kinder stellen Zusammenhänge her oder Abläufe dar und begründen diese fachlich korrekt.		Dieses Level wird nur kodiert, wenn Schüler_innen ihre Erklärungen generalisieren und nicht nur auf ein Phänomen beziehen. Sie schreiben Luft nicht nur eine globale Existenz zu, sondern beziehen diese auch lokal auf ein Gefäß. Das Level wird auch vergeben, wenn die einzelnen Vorstellungen zu den Phänomene der Stationen genutzt werden, um andere Stationen zu erklären.
	Luft existiert überall, generalisiert (Überall also auch im Glas).	Interview S1 – 00:05:24.9-00:06:15.0 S: „Sie befindet sich draußen (-). Sie befindet sich in Häusern, in Autos [...] eigentlich fast überall.“ I: „Ok, und was befindet sich im Raum um uns herum jetzt gerade?“ S: „Luft.“ I: „Und was befindet sich in diesem Glas?“ S: „Auch Luft.“	
	Luft ist in Gefäßen, generalisiert (Egal ob abgeschlossen oder nicht).	Interview 2L – 00:02:06.2-00:02:16.0 I: „Was ist jetzt in der Flasche?“ L: „Luft.“ I: „Und wenn du den Deckel aufschraubst. Was ist dann in der Flasche?“ L: „Immer noch Luft.“	
	Luft nimmt Raum ein (Überall wo Luft ist, kann kein anderer Gegenstand den Raum einnehmen).	Interview 2L – 00:03:08.4-00:03:23.0 I: „Und warum kommt kein Wasser in den Becher?“ L: „Weil hier kein Loch drinnen ist. Wenn ein Loch drinnen wäre, würde was reinkommen.“ I: „Warum würde dann das reinkommen?“ L: „Weil dann die Luft raus könnte.“	

Anhang 4.3: Zeichnungen der Kinder während des Interviews



S. - Zeichnung 2

Anhang 4.4: Forschungshefte der Schüler_innen

Anhang 4.4.1: AB: Lehrerversuch und Forschungsheft S.

Name: S. [REDACTED] Datum: 7.5.2018

Das U-Boot

 . . . Wird die Besatzung im U-Boot nass?

 Was passiert? Kreuze an.

☒ ☐ ☒ ☐

 Führe den Versuch durch.

 Beobachte genau.

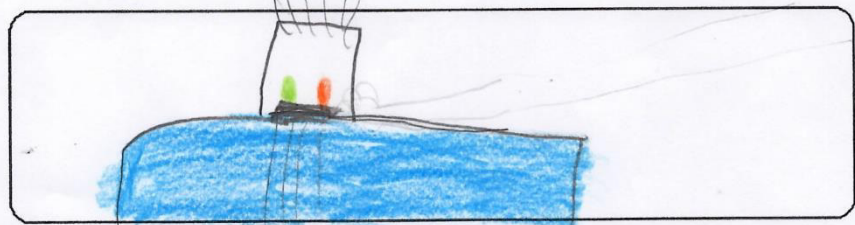
 Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

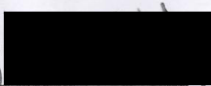
 Die Bären sind nicht nass geworden.









Name: 

Datum: 9.5.2018

Meine Forschungsstationen Ist Luft nichts?

Station	Name der Station	Erledigt? Male an.	
①	Die Taucherglocke		
②	Luft umfüllen		
③	Luftballon in einer Flasche aufblasen		
④	Verstopfter Trichter		
	Wasser in der Flasche		

Name: _____

Datum: _____

1 Die Taucherglocke



Was passiert mit dem Taschentuch?



Was passiert? Schreibe deine Ideen auf.

Das Taschentuch... *wird nicht nass.*



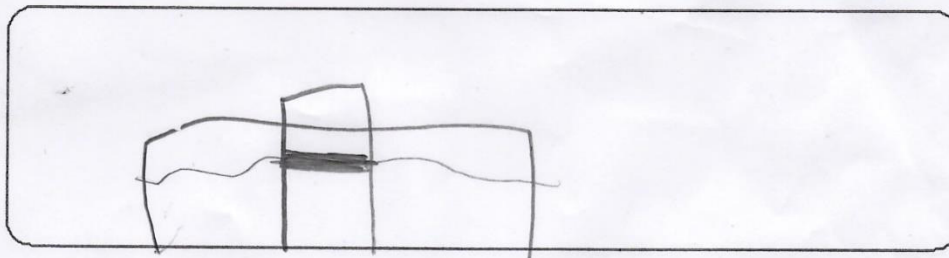
Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.



Name: _____

Datum: _____

2 Luft umfüllen



Was passiert mit der Luft in der Flasche?

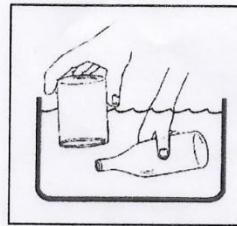


Was passiert? Kreuze an.

- ☐ Der Becher füllt sich mit Luft.
- ☐ Die Flasche füllt sich mit Wasser.
- ☐ Der Becher bleibt mit Wasser gefüllt.
- ☐ Die Flasche bleibt mit Luft gefüllt.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau und ergänze das Bild.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

Name: _____

Datum: _____

3 Luftballon in einer Flasche aufblasen



°. Kannst du den Luftballon in der Flasche aufblasen?



Was passiert? In welcher Flasche kannst du ihn aufblasen? Kreuze an.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

Der Ballon geht nicht auf-

gepustet.

Name: _____

Datum: _____

4 Verstopfter Trichter



Was passiert mit dem Wasser?



Was passiert? In welche Flasche fließt Wasser? Kreuze an.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

Das Wasser läuft nicht durch

den Trichter, wenn er mit

Knete abgedichtet ist.

Name: _____

Datum: _____



Wasser in der Flasche



Was passiert mit dem Wasser?



Was passiert? Schreibe deine Vermutungen auf.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

Name: _____

Datum: _____



Ist Luft nichts? Erkläre. Schreibe oder male auf.

--

Anhang 4.4.2: AB: Lehrerversuch und Forschungsheft P.

Name: P. [REDACTED]

Datum: 7.5.2018

Das U-Boot



Wird die Besatzung im U-Boot nass?



Was passiert? Kreuze an.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.



Die Besatzung ist nass.



Name: P [REDACTED]

Datum: _____

Meine Forschungsstationen Ist Luft nichts?

Station	Name der Station	Erledigt? Male an.	
①	Die Taucherglocke		
②	Luft umfüllen		
③	Luftballon in einer Flasche aufblasen		
④	Verstopfter Trichter		
★	Wasser in der Flasche		

Name: _____

Datum: _____

1 Die Taucherglocke



Was passiert mit dem Taschentuch?



Was passiert? Schreibe deine Ideen auf.

Das Taschentuch... Batzen



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.



[17]

Name: _____

Datum: _____

② Luft umfüllen



Was passiert mit der Luft in der Flasche?

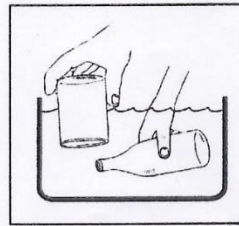


Was passiert? Kreuze an.

- ☐ Der Becher füllt sich mit Luft.
- ☐ Die Flasche füllt sich mit Wasser.
- ☐ Der Becher bleibt mit Wasser gefüllt.
- ☐ Die Flasche bleibt mit Luft gefüllt.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau und ergänze das Bild.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.



Name: _____

Datum: _____

3 Luftballon in einer Flasche aufblasen



o. Kannst du den Luftballon in der Flasche aufblasen?



Was passiert? In welcher Flasche kannst du ihn aufblasen? Kreuze an.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.



Name: _____

Datum: _____

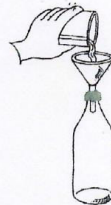
4 Verstopfter Trichter



Was passiert mit dem Wasser?



Was passiert? In welche Flasche fließt Wasser? Kreuze an.



Führe den Versuch durch.



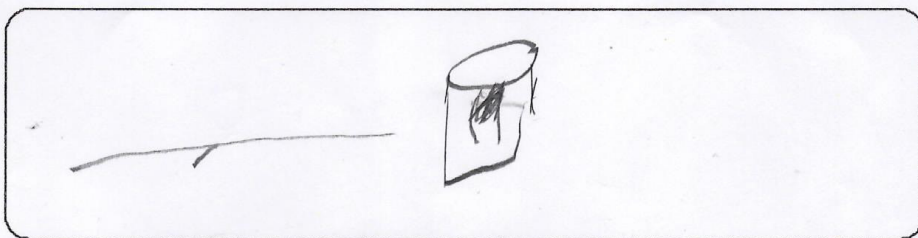
Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.



Wasser



Name: _____

Datum: _____



Wasser in der Flasche



Was passiert mit dem Wasser?



Was passiert? Schreibe deine Vermutungen auf.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.



Name: _____

Datum: _____



Ist Luft nichts? Erkläre. Schreibe oder male auf.

Die Luft in dem Becher braucht

Platz.

Wo eingesperrte Luft ist, kann

kein Wasser eindringen.

Anhang 4.4.3: AB: Lehrerversuch und Forschungsheft M.

Name: M. [redacted]

Datum: 7.

Das U-Boot



Wird die Besatzung im U-Boot nass?



Was passiert? Kreuze an.

✓ ☒ + ☒ ☒ ☒



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

sie bleiben trocken die ganzen

Chen



Name: M [REDACTED]

Datum: 9.5.2018

Meine Forschungsstationen Ist Luft nichts?

Station	Name der Station	Erledigt? Male an.	
①	Die Taucherglocke		
②	Luft umfüllen		
③	Luftballon in einer Flasche aufblasen		
④	Verstopfter Trichter		
	Wasser in der Flasche		

Name: _____

Datum: _____

① Die Taucherglocke



Was passiert mit dem Taschentuch?



Was passiert? Schreibe deine Ideen auf.

Das Taschentuch...



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.



Das Taschentuch wird nicht



Name: _____

Datum: _____

2 Luft umfüllen



Was passiert mit der Luft in der Flasche?

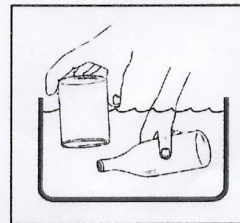


Was passiert? Kreuze an.

- ☐ Der Becher füllt sich mit Luft.
- ☐ Die Flasche füllt sich mit Wasser.
- ☐ Der Becher bleibt mit Wasser gefüllt.
- ☐ Die Flasche bleibt mit Luft gefüllt.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau und ergänze das Bild.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.









Name: _____

Datum: _____

③ Luftballon in einer Flasche aufblasen



... Kannst du den Luftballon in der Flasche aufblasen?



Was passiert? In welcher Flasche kannst du ihn aufblasen? Kreuze an.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.



Der Luftballon



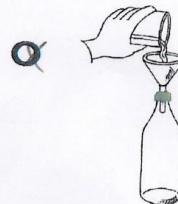
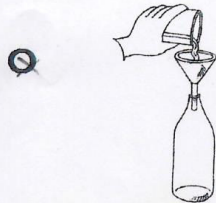
Name: _____

Datum: _____

4 Verstopfter Trichter

Was passiert mit dem Wasser?

Was passiert? In welche Flasche fließt Wasser? Kreuze an.



Führe den Versuch durch.

Beobachte genau.

Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

Das Wasser ist gar nicht

durch

Name: _____

Datum: _____

Wasser in der Flasche



Was passiert mit dem Wasser?



Was passiert? Schreibe deine Vermutungen auf.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.



Name: _____

Datum: _____



Ist Luft nichts? Erkläre. Schreibe oder male auf.



A large, empty rectangular box with rounded corners, intended for drawing or writing.

Anhang 4.4.4: AB: Lehrerversuch und Forschungsheft L.

Name: L. [REDACTED]

Datum: 07.05.2018

Das U-Boot



Wird die Besatzung im U-Boot nass?



Was passiert? Kreuze an.



Führe den Versuch durch.



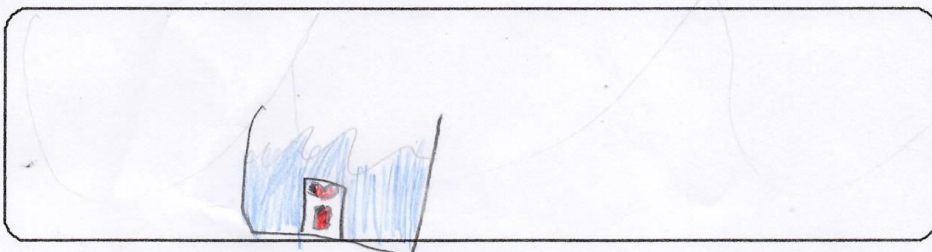
Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

es passiert nicht viel, sie

konst.



Name: L [REDACTED]

Datum: _____

Meine Forschungsstationen Ist Luft nichts?

Station	Name der Station	Erledigt? Male an.	
①	Die Taucherglocke		
②	Luft umfüllen		
③	Luftballon in einer Flasche aufblasen		
④	Verstopfter Trichter		
★	Wasser in der Flasche		

Name:

Datum:

①



W

Das Taschentuch... es wir (nicht

na ss



Führe den Versuch durch.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.



Name: _____

Datum: _____

2 Luft umfüllen



Was passiert mit der Luft in der Flasche?

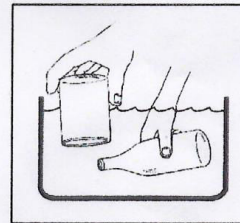


Was passiert? Kreuze an.

- ☐ Der Becher füllt sich mit Luft.
- ☐ Die Flasche füllt sich mit Wasser.
- ☐ Der Becher bleibt mit Wasser gefüllt.
- ☐ Die Flasche bleibt mit Luft gefüllt.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau und ergänze das Bild.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

Name: _____

Datum: _____

3 Luftballon in einer Flasche aufblasen



Kannst du den Luftballon in der Flasche aufblasen?



Was passiert? In welcher Flasche kannst du ihn aufblasen? Kreuze an.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.



Name: _____

Datum: _____



Wasser in der Flasche



Was passiert mit dem Wasser?



Was passiert? Schreibe deine Vermutungen auf.



Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.

Name: _____

Datum: _____

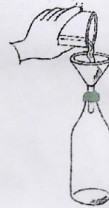
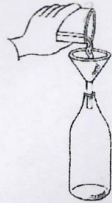
4 Verstopfter Trichter



Was passiert mit dem Wasser?



Was passiert? In welche Flasche fließt Wasser? Kreuze an.



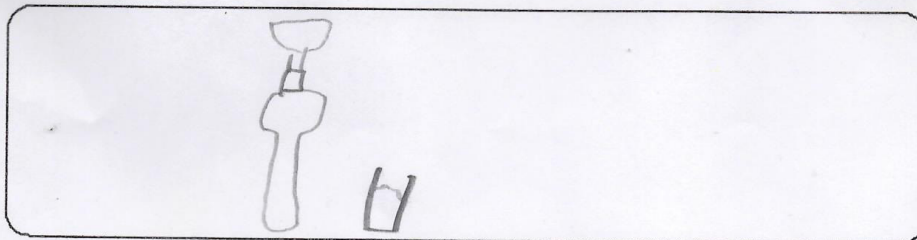
Führe den Versuch durch.



Beobachte genau.



Was hast du herausgefunden? Schreibe oder male deine Ergebnisse auf.



Name:

Datum:



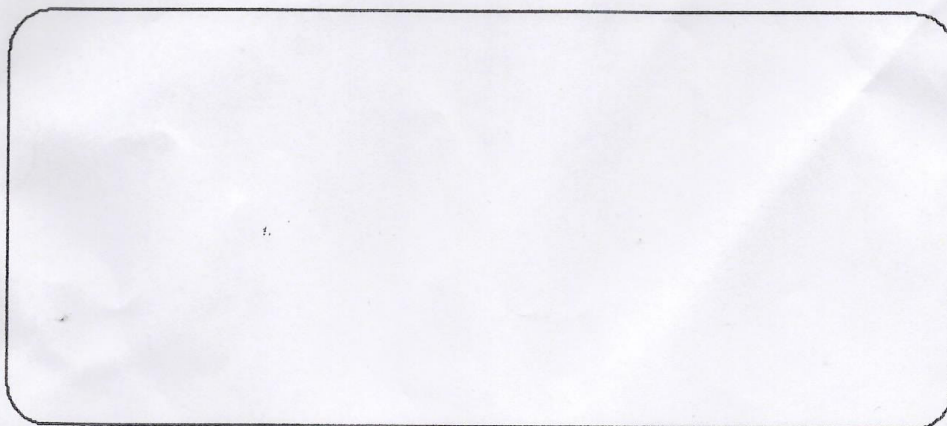
Ist Luft nichts? Erkläre. Schreibe oder male auf.

Feiert er ein ~~Seba~~ schiff ist

läuft.

Wo eingesperrte Luft ist, kann

kein Wasser eindringen.



Eidesstattliche Erklärung

„Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit – bei einer Gruppenarbeit den entsprechend gekennzeichneten Teil der Arbeit – selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen der Arbeit, die wortwörtlich oder sinngemäß aus anderen Quellen übernommen wurden, habe ich als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit habe ich in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegt.“



Mareka Minnemann, 13. 06. 2018